THÈSES

présentées

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

pour l'obtention du titre

DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

(mention Sciences)

par

Guy COUTURIER

1ère THÈSE : *ÉTUDE ÉTHOLOGIQUE ET BIOCŒNOTIQUE DU PEUPLEMENT D'INSECTES DANS UN VERGER «NATUREL».*

2ème THÈSE : *PERSPECTIVES D'UTILISATION DES PHEROMONES, ET HORMONES INTERVENANT DANS LA CROISSANCE DES INSECTES, DANS LA LUTTE CONTRE LES RAVAGEURS.*

Soutenues le 29 juin 1972 devant la Commission composée de :

M. POSSOMPÈS ..... *Président*

Mme RACCAUD-SCHOELLER, M. GRISON ..... *Examinateurs*

M. ROTH ..... *Invité*

O. R. S. T. O. M.

PARIS

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549219_0036

TRAVAUX ET DOCUMENTS DE L'O.R.S.T.O.M.
N°22

O. R. S. T. O. M.
PARIS
1973

.....

« La loi du 11 mars 1957 n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article 41, d'une part, que «les «copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une «utilisation collective» et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et «d'illustration, «toute représentation ou reproduction intégrale, ou partielle, faite sans le consentement de «l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite» (alinéa 1er de l'article 40).

« Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une «contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code Pénal».

.....

© O.R.S.T.O.M. 1973

ÉTUDE ÉTHOLOGIQUE ET BIOCŒNOTIQUE DU PEUPLEMENT D'INSECTES DANS UN VERGER « NATUREL »

par G. COUTURIER

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Table des matières

SUMMARY ____ 7

INTRODUCTION ____ 9

1ère PARTIE : GÉNÉRALITÉS

Présentation du verger et de son environnement ____ 11
Principes expérimentaux – Méthodes ____ 14
Calendrier – Programme ____ 16
Microclimat ____ 16
Interprétation des résultats ____ 17

2ème PARTIE : RÉPARTITION SPATIALE ET TEMPORELLE DE L'ENTOMOFAUNE

Introduction ____ 19
Données générales sur la répartition ____ 20
Aspect dynamique de la répartition et facteurs de modification des sols ____ 31
Les heures d'activité de vol ____ 47
Discussion ____ 53

3ème PARTIE : ÉTUDE DE L'ENTOMOFAUNE DU VERGER «NATUREL»

Introduction ____ 55
L'entomofaune ____ 57
. Les consommateurs primaires ____ 57
. Les consommateurs secondaires ____ 70
. Faune «indifférente» ou de niveau trophique mal défini ____ 78
. Discussion sur les relations trophiques entre les groupes ____ 81
Incidence de l'entomofaune sur la productivité du verger «naturel» ____ 81

4ème PARTIE : DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

Sur la fréquentation du verger «naturel» par une entomofaune riche ____ 85
Rôle des facteurs biotiques de régulation à l'intérieur de l'entomofaune ____ 86
Comparaison avec l'entomofaune du verger industriel expérimental. Considérations générales sur la lutte intégrée ____ 87
Position et rôle écologique du verger étudié ____ 88

BIBLIOGRAPHIE ____ 89

Remerciements

J'exprime mes plus sincères remerciements à Monsieur le Directeur Général de l'ORSTOM, Monsieur le Président du Comité Technique de Phytopathologie et de Zoologie appliquées, Monsieur le Directeur des Services Scientifiques Centraux de Bondy, qui m'ont permis de réaliser ce travail.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur B. POSSOMPÈS qui m'a fait l'honneur de présider mon jury de thèse, ainsi qué Madame J. RACCAUD-SCHOELLER, Professeur, qui a accepté de faire partie de ce jury.

Monsieur le Directeur P. GRISON qui, il y a de longues années déjà, a éveillé en moi la vocation de naturaliste, a suivi avec bienveillance l'évolution de cette étude. En me permettant de travailler dans un terrain dépendant du Laboratoire de Lutte Biologique de La Minière et par ses conseils, il m'a permis de mener à bien cette étude. Qu'il me permette de lui exprimer ici mes sentiments de respectueuse reconnaissance.

J'exprime ma profonde reconnaissance à Monsieur M. ROTH qui, dès mon entrée à l'ORSTOM, m'a initié aux études entomologiques et m'a encouragé avec bienveillance à collaborer aux travaux de recherches du Laboratoire. Ce travail, qu'il m'a inspiré, n'a pu être réalisé que grâce à son aide et à ses conseils constants.

Je remercie vivement Monsieur le Professeur J. CARAYON pour son accueil bienveillant et ses conseils.

A tous les taxonomistes qui ont accepté de m'apporter leur concours et sans qui ce travail n'aurait pu être mené à bien, j'adresse mes sincères remerciements.

Messieurs J. CHAZEAU et A. POLLET, alors élèves à l'ORSTOM, ont accepté de me remplacer périodiquement sur le terrain pour assurer la continuité des piégeages. Je les en remercie très sincèrement.

A tous mes collègues de l'INRA, auprès de qui j'ai toujours trouvé les conseils et l'appui nécessaires, j'adresse mes sentiments de reconnaissance et de fidèle amitié.

Les responsables et tous mes collègues du Service Central de Documentation de l'ORSTOM m'ont toujours assuré sans compter de leur aide et de leur compétence. Je les prie d'accepter mes remerciements très sincères.

Je remercie ma femme qui a grandement contribué par ses encouragements incessants et son aide affectueuse à la réalisation de ce travail.

Summary

Chapter I

In this chapter, the surroundings in which the study has been carried out, are presented. These surroundings consist in an orchard left wild, planted mainly with old apple-trees, and whose flora has not been altered through tilling, except one mowing of the meadow once a year. This orchard is situated by a forest (Oakgrow near Versailles). The surroundings and natural conditions are thus highly propitious for the development of the Entomofauna.

Chapter II

The use of coloured plates as trap-system in the foliage of an apple-tree permitted to show that the distribution of insects in time and space was different according to ethological units (Family, genus, sometimes species) and was apt to varie with microclimatic conditions (sun-exposure). Trapping achieved at the same time in the meadow show that Fauna-exchanges take place between the trees and the meadow.

The variations in the intensity of the flying-activity are generally more important in the tree than in the meadow, particulary as for as good-flying, sun-liking insects are concerned. These latter are indeed more numerous in the tree when the sun-exposure is at its best. Such is the case, for example, of *Calliphoridae, Muscidae* and *Apoidea.*

Among insects depending more on the foliage (*Thysanoptera, Psyllidae*) or among less mobile ones (*Ichneumonoidea, Chalcidoidea, Proctotrypoidea, Cecidomyidae, Sciaridae*) one can notice, either a homogeneous distribution or a more concentrated one in the lower part of the foliage.

When one has to deal with taxonomic units, including many species such as *Haplostomata*, the differentiation is not clear ; one has then to allow for too many specific patterns of behaviour.

One can sometimes find out that in one family, different genera distribute themselves differently in space (*Tachydromia, Microphorus* and *Drapetis* among *Empididae*) Among *Dolichopodidae,* the azimuthal distribution has proved to vary with the season and the *sex-ratio.*

Chapter III

In this chapter, the complexity of the entomological biocenosis of the wild orchard is emphasized. Many species of insects have been identified in multifarious groups.

We have studied separately :

– Phytophagous insects, counted by different methods, and sometimes kept and nursed either to check their diet (*Heteroptera*), or to know how important parasitism may possibly be.

– Entomophagous insects. Among parasits, we must mention *Hymenoptera Terebrantia*, very numerous in the biotope, a number of which obtained be nursing have been identified, *Diptera Tachinidae* and different less important groups (*Pipunculidae, Strepsiptera* for example). The most remarkable predators are *Coccinellidae* (7 species), aphidiphagous *Syrphidae, Planipenna* and some *Heteroptera.*

The combined action of these various groups brings about an efficient limitation of the populations of Aphids. Many other less specialized predators probably play an important part although difficult to estimate.

Insects whose diet is not well definable are very numerous and constitute an important part of the biocenosis.

The sanitary state of the fruit, particulary good, considering the conditions of vegetation in the wild orchard, led us to calculate the rate of items. Spoilt or damaged by insects (55,1 % absolutely sound Fruit of normal growth). So, it has been established that, despite the lack of human care, the proportion of wholesome items is relatively high.

Chapter IV - Conclusion

One pointed out that : there are important Faunic exchanges both inside the foliage of a tree and between this foliage and the other components of the biotope.

In an orchard of this type, allowing for the surroundings and lock of tillage, the interspecies competition between insects is very hard, and it is important to know those that seem neutral or whose diet has not been well established.

The comparison between the insects of this wild orchard and those of an industrial orchard not far away, shows a certain similarity, but some potentially noxious species in the wild orchard are easily controlled by useful insects, where as polyphagic species coming from the surroundings woods will colonize it, which is not to be found in the industrial orchard.

The position of the wild orchard makes it play a major ecological part. The richness of its flora and fauna, together with its environment, must be considered as a potential likely to be used in agrobiocenology as a reserve.

Introduction

Ce travail a débuté en 1965 dans le cadre des recherches sur la lutte intégrée dans les vergers de pommiers menées au Laboratoire de Lutte Biologique et de Biocœnotique de La Minière (INRA) et dirigées par Monsieur P. GRISON.

Des études sur la méthodologie de l'échantillonnage des insectes avaient été entreprises dès 1963 par Monsieur ROTH au Laboratoire Central d'Entomologie Agricole de l'ORSTOM à Bondy. Monsieur ROTH nous avait donc confié, en accord avec Monsieur GRISON, l'expérimentation des plateaux colorés en milieu arboré en vue d'une étude biocœnotique.

Le choix s'est porté sur une parcelle d'un type particulier située dans une enclave forestière et abondamment plantée d'essences fruitières ; celle-ci n'avait subi de pratiques culturales d'aucune sorte depuis de nombreuses années.

Nous avions donc en quelque sorte à faire à un ancien verger de type rural présentant des conditions d'environnement particulièrement intéressantes pour le naturaliste. L'intérêt écologique était donc multiple : d'une part, quelle était l'influence de l'écotone sur l'entomofaune de la plantation ? d'autre part, cette plantation d'arbres fruitiers livrée à elle-même présentait-elle encore des critères de productivité intéressante ?

Dans le cas d'un verger cultivé, l'entomofaune se limite le plus souvent à une association agro-biocœnotique groupant les phytophages strictement inféodés à la plante cultivée, souvent nombreux par la force d'attraction que représente une monoculture, et les entomophages qui parviennent à s'installer. L'autre partie de l'entomofaune est constituée par la «foule» (GRASSE, 1950) des insectes erratiques, guidés par des taxies variées et très souvent cycliques : cas de la recherche des fleurs par les insectes butineurs au printemps, par exemple ; cas des *Calliphoridae* et de nombreux autres détritiphages dont les possibilités d'installation dans des biotopes variés sont très grandes.

Mais il s'agit là de biocœnoses incomplètes, instables et constamment perturbées par des facteurs humains, traitements chimiques, travail du sol, environnement souvent appauvri. Les inter-relations sont limitées à la seule culture.

Or, «l'autorégulation qui se manifeste au sein d'une biocœnose naturelle nécessite la présence des éléments de tous les niveaux trophiques et, en particulier, d'une population minimum d'hôtes phytophages pour assurer la survie des entomophages qui leur sont inféodés» (GRISON, 1970). Ces conditions ne peuvent se réaliser pleinement qu'à partir d'une production végétale suffisamment abondante et surtout variée.

Ces impératifs étaient réalisés dans les anciennes cultures rurales où l'écotone assurait la liaison avec l'environnement champêtre et forestier. La complexité et la stabilité faunique et floristique qui en résultaient entraînaient une concurrence permanente qui n'est plus réalisée dans le cas de cultures isolées.

Dans le cas précis qui nous a préoccupé, les conditions écologiques semblaient excellentes, la forêt n'étant située qu'à quelques dizaines de mètres du verger et, malgré le fait que celui-ci n'ait subi aucune pratique culturale depuis plusieurs années, l'état sanitaire des arbres paraissait bon.

La complexité et l'abondance de l'entomofaune nous a donc incité à nous préoccuper de la répartition spatiale des insectes dans les frondaisons ; il n'est, en effet, pas douteux que celle-ci ne se fait pas au hasard mais est régie par des causes complexes. La recherche de la nourriture et le *preferendum* microclimatique en sont les causes les plus évidentes, c'est à ce dernier aspect que nous nous sommes intéressé plus particulièrement et celui-ci sera développé dans la deuxième partie de notre travail. Nous avons, d'autre part, étudié la faune entomologique en fonction de ses niveaux trophiques et ses répercussions sur la productivité du «verger naturel».

I

GÉNÉRALITÉS

PRÉSENTATION DU VERGER ET DE SON ENVIRONNEMENT

Généralités

Le verger expérimental se trouve dans la région ouest de Paris et appartient au Laboratoire de Lutte Biologique et de Biocœnotique de l'I.N.R.A., à La Minière près de Versailles.

Il s'agit d'une plantation âgée (40 à 50 ans) ; la majorité des arbres sont des **Pommiers** de variétés anciennes qui, pour la plupart, n'ont pas pu être identifiées. Il s'y trouve aussi quelques Cerisiers, Pruniers, Poiriers.

Le sol est livré à la végétation spontanée et n'a subi aucun labour depuis fort longtemps. Un fauchage par an y était simplement pratiqué lorsque nous y travaillions.

Aucun traitement antiparasitaire n'a été appliqué depuis de nombreuses années.

Le verger est placé sur une pente descendant d'ouest en est, et est séparé, à l'est, d'un cours d'eau (la Bièvre) par une pépinière privée qui se trouve donc nettement en contre-bas ; à l'ouest se trouve la route et la partie sud est occupée par une pépinière d'arbres et arbustes variés faisant partie du domaine ; celle-ci est limitée elle-même au sud par un ruisseau d'eaux usées à ciel ouvert. Il n'est pratiqué aucun traitement dans cette pépinière mais cette partie subit un entretien cultural : labours lors de replantations.

Le terrain est de nature argileuse et assez humide ; bien abrité des vents, il est bordé à l'est d'une haie d'Aubépines et de Sureaux, à l'ouest d'une haie d'Ormes ; ces haies sont âgées et épaisses.

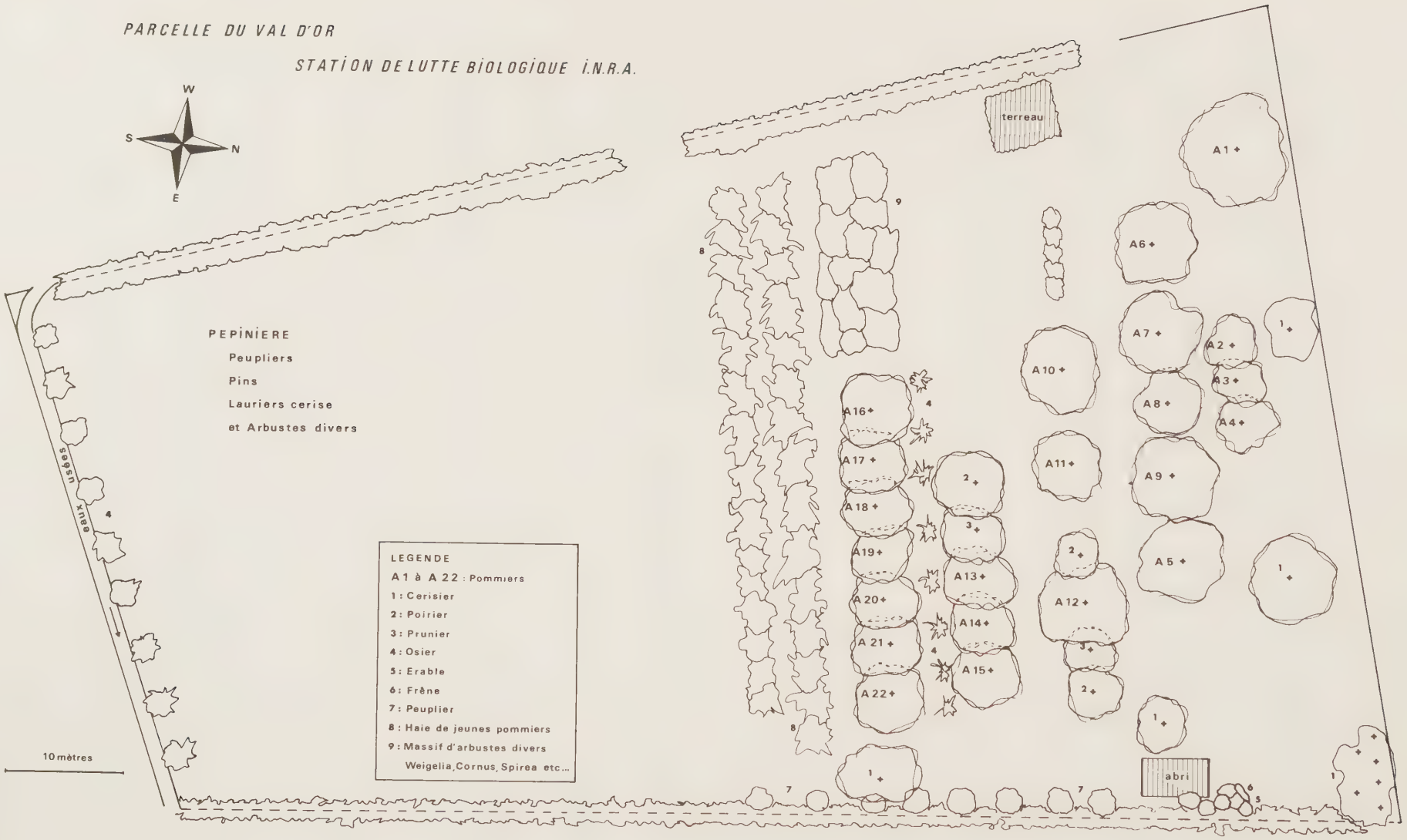


Fig. 1 – Plan de la parcelle du «Val d'Or».

Aspect floristique

Il n'est pas de notre propos de nous attarder longtemps sur la floristique du biotope. Nous avons néanmoins fait une analyse sommaire des différentes essences rencontrées. Nous verrons qu'elles sont variées et influent évidemment sur la complexité de la faune entomologique.

Du point de vue botanique, nous pouvons diviser la parcelle en trois parties :

a le **verger «naturel»** proprement dit est séparé de la pépinière par une partie non cultivée d'une dizaine de mètres de large et limité par une haie, sur deux rangs, de jeunes pommiers à végétation libre. Les zones de végétation comprennent :

- sous les arbres, une végétation clairsemée surtout lorsque ceux-ci sont à feuillage dense et contigu les uns par rapport aux autres ; on y relève surtout quelques espèces de Graminées ainsi que *Veronica filiformis ;*
- entre les arbres, il s'agit surtout d'une végétation de Graminées hautes (principalement *Arrhenaterum elatius*) avec de place en place *Rumex acetosa* et *R. conglomeratus, Heracleum spondylium.* Le long de la haie de jeunes Pommiers (côté sud) signalons, en dehors de quelques plantes adventices classiques dont nous reparlerons plus loin, la présence par places de *Mentha rotundifolia* et *Fragaria sp.*
- dans la partie non plantée du verger (1), au sud du sentier, se trouve une haie libre de quelques *Evonymus europeus* et, au-delà, une flore assez riche de plantes herbacées en couverture : *Hypericum perforatum, Trifolium pratense* et *T. repens, Ranunculus repens, Rumex, Chrysanthemum leucanthemum, Taraxacum officinalis, Achillea millefolium* et diverses graminées en sont les représentants les plus typiques ainsi que quelques rares pieds de *Juncus effusus.* Le tas de terreau a permis une installation rapide de *Urtica dioica.*

b - la **pépinière**, qui se trouve dans la moitié sud de la parcelle, est partiellement cultivée en fonction des besoins de la station ; on y trouve différentes essences d'arbres et arbustes forestières ou ornementales : Peupliers, Pins, Lauriers cerises, Groseilliers d'ornement, *Weigelia,* etc.

Entre les rangs et dans les parties dégagées de cette pépinière, nous trouvons un grand nombre de plantes adventices classiques : *Cirsium arvense, Erigeron canadensis, Senecio vulgaris, Sonchus oleraceus, Taraxacum officinalis, Capsella bursa-pastoris, Convolvulus arvensis, Chenopodium album, Torilis japonica, Epilobium parviflorum, Rumex conglomeratus* et *R. acetosa, Plantago major* et *P. lanceolata*, ainsi que de nombreuses espèces de Graminées indéterminées et, par places mais rares, quelques *Sambucus ebulus.*

Comme il l'a été signalé précédemment, la pépinière est limitée par un «ruisseau». Les abords de celui-ci sont envahis principalement d'Orties (*Urtica dioica*) et plantés d'Osiers sur un rang.

c – les **haies** constituent un élément important de la végétation puisque l'on admet le plus souvent qu'elles constituent un refuge entomologique intéressant ; elles permettent, d'autre part, la nidification des oiseaux ainsi que nous avons pu le constater ici.

La haie ouest est constituée, en majeure partie, d'Orme (*Ulmus campestris*) ; c'est une haie épaisse, haute de 3 à 4 mètres qui se compose d'essences variées : Sureau (*Sambucus nigra*), Cornouiller (*Cornus mas*), Aubépine (*Crataegus oxycantha*), Orme.

En ce qui concerne les différentes espèces fruitières se trouvant dans le verger proprement dit, on se reportera plus utilement au plan (figure 1).

---

(1) Il est vraisemblable que cette partie a été mise en culture il y a quelques années puis abandonnée à nouveau aux conditions naturelles.

Enfin, l'environnement plus éloigné est constitué, pour la plus grande partie, à quelques dizaines de mètres de distance, à l'est, au nord et à l'ouest, par la forêt (chênaie dégradée) de Versailles, tandis que le glacis sud est une prairie pacagée par ces porcs.

PRINCIPES EXPÉRIMENTAUX – MÉTHODES

La connaissance de la faune entomologique ayant pour base des méthodes d'échantillonnage rationnelles et les plus fidèles possibles, nous avons dû adopter un certain nombre de techniques correspondant chacune aux besoins des études particulières.

Principe de piégeage dans la frondaison

Le système de piégeage principal adopté est par définition le plateau coloré puisqu'il a motivé au départ ce travail et a servi de base unique à la réalisation de l'étude sur la répartition spatiale de la faune (chapitre II). Nous ne reviendrons pas longuement sur les principes d'action et d'utilisation de ce type de capture qui ont été définis avec précision par CHAUVIN et ROTH (1966) et ROTH (1970) :

Il est utile cependant de rappeler certains avantages de la méthode qui, par opposition à de nombreux autres types de pièges, supprime les causes de mauvaise interprétation dues à l'intervention humaine. En effet, le piège agissant de lui-même à partir du moment où il est en place, il convient seulement dès le début des expériences de définir des unités de lieu et de temps de capture.

Les restrictions d'interprétation sont d'ailleurs surtout d'ordre éthologique et il convient de bien connaître le comportement des insectes vis-à-vis de l'eau et de la couleur attractive.

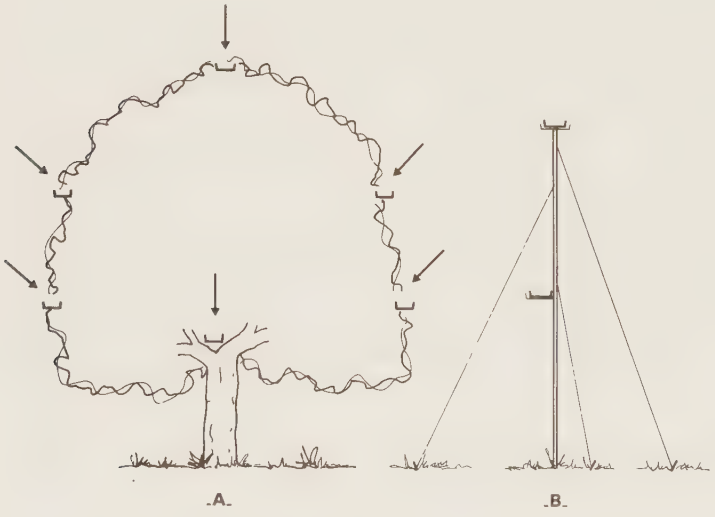


Fig.2 – Schéma de disposition des pièges dans l'arbre expérimental (A) et détail du haubannage d'un portoir (B).

Du point de vue pratique, nous avons choisi, dans le verger, l'arbre qui se prêtait le mieux à une expérimentation individuelle par son port dense et très régulier ; ses alentours dégagés en permettent, d'autre part, un accès facile. Ce pommier (l'arbre 1 sur le plan) est âgé d'environ 40 à 50 ans et de variété indéterminée comme la majorité des arbres constituant cette plantation. Il comporte quelques petites branches mortes qui ont été respectées.

Dix pièges ont été disposés dans la frondaison, huit d'entre eux étant disposés à deux niveaux et à chacun des quatre points cardinaux : soit, pour la périphérie basse (1) quatre pièges à environ 1,80 m du sol et pour la périphérie haute (2) quatre pièges disposés à environ 3,60 m du sol (figure 2). Les deux autres pièges étaient placés, l'un au sommet de la frondaison à environ 5 m du sol (piège «centre-haut»),

(1) - (2) : Terminologie qui sera adoptée pour désigner les captures concernant ces quatre pièges.

l'autre dans le haut du tronc à 1,70 m du sol (piège «centre-bas»). Les pièges de la périphérie étaient posés sur des plaques métalliques carrées relevées aux quatre coins, elles-mêmes fixées sur des cornières métalliques perforées, enfoncées en terre et haubannées de 3 ou 4 tirants de fil de fer (voir figure 2).

Pour les pièges «centre haut et bas», les cornières étaient fixées sur le tronc. Chacun des pièges était disposé de façon à être à proximité d'un rameau (celui-ci à environ 15 cm au-dessus du piège).

Ce dispositif s'est avéré suffisant pour assurer une bonne stabilité.

Frappage

Dans certains cas, nous avons dû utiliser la méthode du frappage pour recenser certains groupes mal représentés dans les prélèvements par plateaux colorés, il s'agit principalement des Hétéroptères et Coléoptères, pour lesquels nous nous sommes inspiré de la méthode STEINER.

Les conventions suivantes ont été adoptées : à chaque série de frappage, quinze branches étaient frappées d'environ 5 à 8 coups énergiques, le réceptacle était un fauchoir de grandes dimensions (60 cm de diamètre et 70 cm de profondeur). La totalité de la récolte était déversée dans une vaste boîte contenant un produit anesthésiant puis triée immédiatement pour éviter le dessèchement et la perte des petits insectes. Les frappages étaient toujours effectués en fin de matinée entre 11 h et 12 h.

Cette méthode a aussi été adoptée pour recueillir les insectes destinés à être mis en élevage, Chenilles et Hétéroptères notamment ; dans ce cas, la normalisation de l'échantillonnage n'était pas utile et la récupération des insectes était faite sur place.

Méthode d'élevage

La connaissance des espèces de Lépidoptères vivant sur pommier ne pouvait se faire que par l'élevage des chenilles recueillies sur les arbres et permettait par ailleurs la récolte de parasites. Celles-ci ont été élevées dans des cagettes (en matière plastique largement grillagées ou percées de trous) et nourries de rameaux de pommier. Les cages d'élevages étaient entreposées soit au laboratoire, soit sous abri en plein air, en particulier pour les stades hivernants.

Des élevages d'Hétéroptères ont aussi été effectués afin de préciser leur régime alimentaire. La technique est détaillée dans le paragraphe correspondant au chapitre III.

Ce sont donc principalement le frappage et les élevages qui ont été à la base de notre étude de l'entomofaune strictement inféodée au pommier (chapitre III). Des observations directes ont permis de compléter nos informations, en particulier sur les pucerons.

Tris et identifications des Insectes

Les récoltes d'Insectes issues des pièges à eau ont été triées selon les principes de l'unité biologique ou éthologique. «...Les unités biologiques sont des groupements qui rassemblent des Insectes ayant théoriquement en commun un même comportement, ceci à l'intérieur d'un même complexe systématique...» (ROTH, 1970). Néanmoins, dans de nombreux cas, les tris ont été repris pour des unités éthologiques dont les composants semblaient présenter des comportements différents entre eux ; les Insectes ont alors été identifiés au genre ou à l'espèce selon les possibilités et l'intérêt présenté. Dans le cas des Thécostomates par contre, nous avons regroupé les *Calliphoridae, Muscidae* et *Sarcophagidae* (*Calliphoridae s.l.*).

En ce qui concerne les Insectes inféodés au pommier et issus des différentes méthodes de capture utilisées, tous ont été identifiés à l'espèce, soit par des spécialistes, soit par nous-même.

CALENDRIER – PROGRAMME

En 1965 : mise en place d'un premier dispositif de piégeage dans un pommier à frondaison très «ouverte».

Des piégeages de durées inégales avaient débuté en juin et le dépouillement des récoltes avait permis les premières constatations qui ont entraîné une révision du système de piégeage.

En 1966 donc, installation du bâti de piégeage dans un arbre expérimental de port beaucoup plus régulier. Malheureusement, les piégeages cette année-là furent très fragmentaires et inexploitables.

En 1967 : piégeages intensifs, 2 x 48 h par semaine de mars à fin octobre. Nous avons installé 10 pièges dans le pommier, 2 dans un poirier (1), 3 dans la prairie. Dans le même temps, des relevés similaires étaient faits dans le verger des S.S.C. à Bondy (2) à raison de 1 piégeage de 48 h par semaine ; ces derniers n'ont pas été exploités (3).

En 1968 : piégeage, toujours dans les mêmes arbres, 1 fois 48 h par semaine et, pendant une période de 10 jours, piégeages avec relevés toutes les deux heures. Élevage de chenilles en vue de récolter des parasites, frappages, contrôles visuels.

En 1969 : piégeages fragmentés ayant pour but de préciser certains points. Poursuite des élevages, frappages et contrôles visuels. Enfin, en automne, tri de la production de pommes en vue d'analyser les dégâts d'insectes, 550 kg de fruits ont ainsi été triés.

En 1970 : poursuite des élevages.

MICROCLIMAT

Il est bien certain que les facteurs microclimatiques ont une influence prépondérante sur l'activité des insectes, et de nombreux auteurs ont étudié les effets de ces différents facteurs. Beaucoup de ces recherches ont été faites dans des milieux herbacés, et les plantes cultivées ont été le matériau principal de ces études.

En ce qui concerne le cas de la frondaison d'un arbre isolé, nous n'avons guère de données et si, dans un bois de pin (GEIGER, 1957) ou dans une forêt tropicale (CACHAN, 1963), l'échauffement consécutif à l'ensoleillement au cours de la journée, par exemple, est très long à se manifester dans la strate inférieure, il n'en va pas de même dans des structures végétales beaucoup plus simples où le brassage de l'air ambiant est beaucoup plus important.

---

(1) Ces piégeages n'ont pas été exploités, ils ne recélaient pas de faune particulière.

(2) Services Scientifiques Centraux de l'O.R.S.T.O.M. à Bondy.

(3) Notre but était de comparer une faune de verger en zone rurale et une faune de verger urbain.

Néanmoins, quelle que soit la nature du végétal, la densité et la constitution de son feuillage, il faut compter sur le microclimat ainsi créé qui influe certainement sur l'activité des insectes et l'attractivité que peut présenter ce végétal. Ainsi, la frondaison, dans le cas qui nous préoccupe, présente un microclimat propre dont les effets ne sauraient être méconnus.

LEPOINTE (1964) étudiant le Genevrier isolé a montré l'importance du gradient du potentiel électrique atmosphérique à l'aide de la «cage de Faraday», sur le peuplement entomologique de cet arbre. EDWARDS (*in* CHAUVIN, 1965) a constaté que l'activité de vol de *Calliphora* était modifiée quand baisse la pression barométrique. La mesure de la température et de l'hygrométrie ont donné lieu à de nombreux travaux.

La mesure de l'intensité de l'ensoleillement et son action sur le vol des insectes ont été récemment étudiées par ROTH (1970). L'ensoleillement agit d'ailleurs directement sur les insectes en élevant leur température, indirectement en échauffant parfois considérablement les végétaux dans lesquels ils évoluent. Nous citerons pour exemple les mesures apportées par ANSARI et LOOMIS (1959) à propos de l'échauffement des feuilles, dont la température peut être de 6 à 10° au-dessus de celle de l'air ambiant et jusqu'à 20° dans le cas de feuilles épaisses ! Mais les différentes interactions de ces phénomènes sont très difficiles à intégrer par rapport à la faune. La mesure des facteurs climatiques pour être précise et efficace nécessite le plus souvent un appareillage complexe et onéreux, ce qui fait que, sur place, nous avons dû nous limiter à la mesure de la température et de l'hygrométrie à l'aide d'un enregistreur. Celui-ci était placé dans un abri de type classique à 1,80 m du sol et disposé à proximité de l'arbre expérimental dans un endroit dégagé.

En ce qui concerne la mesure de l'ensoleillement, nous avons utilisé les enregistrements du solarigraphe du Laboratoire de Lutte Biologique, très proche de notre lieu de travail.

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

Les problèmes d'échantillonnage en milieu arborescent ont été jusqu'à présent résolus de diverses façons et, dans le cas précis des vergers de pommiers, de nombreuses solutions ont été proposées ; citons le piège lumineux, le contrôle visuel, le frappage, ces méthodes ne concernant pas la totalité de la faune mais s'appliquant, d'ailleurs fort bien, à des cas particuliers. Ces méthodes ne permettant pas l'interception des Insectes dont les déplacements en vol sont importants (exception faite, avec le piège limineux, des Lépidoptères nocturnes). C'est dans l'optique des notions de population actuelle et de population opérationnelle que nous avons été conduit à expérimenter les plateaux colorés en frondaison.

En effet, il convient de rappeler ici la distinction de ROTH (1967) en ce qui concerne les «...**populations actuelles** qui sont les quantités d'Insectes existant à un instant «t», en un volume végétal bien défini, et **populations opérationnelles** qui sont les quantités d'Insectes qui ont vécu en cet endroit bien défini pendant un temps donné (le nycthémère, par exemple) et qui ont eu l'occasion d'exercer une action effective soit sur les végétaux, soit les uns envers les autres. Il peut s'agir d'éléments de la population actuelle, d'erratiques, de micromigrateurs, etc.

Il va de soi que l'idéal serait le cumul des deux méthodes afin de pallier le fait, comme le signale LE BERRE (1969), qu'il y a toujours une sélection du matériel biologique par rapport à celui qui est présent au moment du piégeage. La méthode absolue proposée par CHAZEAU (1970), et qui consiste en une synthèse de méthodes proposées par GILLON (1967) et ROTH et COUTURIER (1966), en a réalisé la meilleure approche possible. Si cette méthode est excellente en milieu herbacé, elle ne peut malheureusement pas être appliquée à l'arbre en raison des énormes difficultés matérielles que son emploi représenterait et des résultats aléatoires qu'elle offrirait.

C'est donc ici pleinement que s'applique la notion de population opérationnelle bien qu'elle offre une vue sensiblement déformée de la population actuelle en ce sens que la mobilité des Insectes peut varier considérablement selon l'unité éthologique ; mais ceci est finalement d'un grand intérêt car la capacité de déplacements d'un Insecte conditionne sa diffusion et son efficacité et ne doit donc pas être négligée.

Dans l'étude éthologique qui a été entreprise (chapitre 2), il a été fait uniquement appel aux résultats obtenus par les plateaux colorés ; l'étude du comportement de vol et de la répartition s'adaptant parfaitement à la notion de population opérationnelle.

De semblables études sont d'ailleurs en cours, notamment en Côte d'Ivoire où DUVIARD et POLLET (1971) ont évalué le peuplement d'une lisière de forêt galerie.

Nous n'insisterons pas sur les modalités d'action des plateaux colorés, les facteurs conditionnant l'attractivité de ce type de piège ayant été analysés de façon très complète dans une étude récente de ROTH (1971).

En ce qui concerne la troisième partie, à orientation essentiellement agrobiocœnotique, il fallait connaître, avant tout, le peuplement du point de vue qualitatif et quantitatif, la présence des espèces et leur abondance relative conditionnant pour une grande part l'état sanitaire de la plantation.

Si, du point de vue qualitatif, le problème consiste à utiliser autant de méthodes de recensement que nécessaire en fonction des groupes en présence (frappage, piège à eau, contrôle visuel, élevages, etc.) et à identifier les Insectes, il n'en va pas de même pour l'aspect quantitatif dont l'évaluation reste très aléatoire.

Nous nous sommes abstenu de toute étude statistique concernant le peuplement ; en effet, les chiffres obtenus, bien qu'apparemment importants, doivent être considérés au niveau de l'espèce pour prendre toute leur valeur.

Le calcul de l'indice de diversité du peuplement, en prenant pour unité la journée de piégeage, eût été un apport indéniable d'éléments intéressants dans l'appréciation qualitative et quantitative du peuplement de la biocœnose. Mais il implique, lorsque celle-ci est complexe (c'est d'ailleurs dans ce cas surtout que la chose est intéressante) des travaux d'identification impossibles à réaliser dans la pratique.

Considérant que, pour ce travail, 350 espèces environ ont été identifiées, nous pouvons admettre que le nombre d'espèces réellement présent dans le biotope est 5 à 6 fois plus important ; l'on remarquera que seulement une espèce de Cécidomyie a été identifiée, qu'aucun Thysanoptère n'a été identifié, que beaucoup de familles d'Hyménoptères ont malheureusement été passées sous silence...

D'ailleurs, BONESS (*in* CHAUVIN, 1960) a répertorié 1450 espèces dans les seuls champs de luzerne et, par exemple, 790 espèces dans un seul champ ! Rappelons que le biotope refuge dans lequel nous avons travaillé est de structure végétale beaucoup plus complexe.

Ainsi, nous pensons qu'il y a encore actuellement incompatibilité entre l'étude biocœnotique qui s'applique à l'inventaire surtout qualitatif et ... «l'emploi des mathématiques qui est souvent prématuré d'autant plus que beaucoup d'études peuvent être valablement conduites avec des méthodes relativement simples...» (DAJOZ, 1970). Des études plus complexes ne pourront être menées que dans une optique de «Synécologie analytique» qui implique la constitution d'équipes groupant différentes disciplines (écologistes, systématiciens, botanistes) qui pourraient se créer dans le cadre d'«actions concertées» (ROTH, 1968).

C'est pourquoi, limitant volontairement nos appréciations quantitatives, nous avons adopté, dans certains cas, des critères d'abondance inspirés de ceux de BODENHEIMER (1955).

II
RÉPARTITION SPATIALE ET TEMPORELLE DE L'ENTOMOFAUNE

INTRODUCTION

Dès le début de l'utilisation du plateau coloré dans une frondaison, nous avions remarqué que, dans de nombreux cas, le nombre d'insectes que l'on peut capturer variait avec l'orientation et le niveau altitudinal, selon qu'il s'agissait de telle ou telle autre unité éthologique (définie par M. ROTH, 1970).

Nous avons donc étudié surtout le comportement de vol et la répartition dans la frondaison des Diptères et Hyménoptères du fait que le piège utilisé est plus particulièrement efficace à l'égard de ces insectes et que nous avons donc disposé de chiffres de récoltes plus importants.

Les prélèvements effectués parallèlement dans la prairie n'ont pas pour autant été négligés et ils ont permis de mettre en relief des variations spécifiques importantes parfois entre l'arbre et la prairie, parfois aussi entre différents points de la strate herbacée à l'intérieur du biotope.

Plus de 140 000 insectes ont été triés, issus des récoltes de 1967, pour mettre en évidence ces variations. D'ailleurs, l'abondance même de ce matériel nous a obligé à sélectionner les groupes éthologiques les plus importants soit par leur nombre, soit par l'intérêt particulier qu'ils peuvent présenter.

L'activité des insectes s'explique le plus souvent par l'intensité d'ensoleillement (ROTH, 1970). Nous avons donc utilisé les enregistrements solarigraphiques du Laboratoire de lutte biologique de La Minière, très proche à vol d'oiseau de notre terrain d'expérience. Les enregistrements de température et hygrométrie ont été faits sous abri, sur place.

Rappelons que pour cette réalisation huit pièges avaient été disposés dans l'arbre, en position nord - est sud - ouest, à deux niveaux principaux : «haut» à 3,80 m du sol, «bas» à 1,70 m du sol.

Deux plateaux supplémentaires ont été disposés, l'un au sommet de l'arbre à 4,50 m du sol, l'autre au niveau supérieur du tronc, ce dernier emplacement étant très peu ensoleillé. Nous avons ainsi pu contrôler les vols des insectes dans toutes les parties de l'arbre.

La comparaison des captures du haut et du bas sera donc le résultat de deux séries de quatre pièges ; pour les captures des pièges «centre haut» ou «centre bas», il ne s'agira plus que des captures faites par un piège. Pour faciliter les comparaisons, ces résultats seront éventuellement ramenés à un piège et exprimés en pourcentages.

Les résultats énoncés concerneront surtout les piégeages de 1967 qui se sont poursuivis du 15 mars à la fin du mois d'octobre, à raison de deux fois 48 h par semaine. Les piégeages effectués en 1966 et 1968 ayant été plus fragmentés, un petit nombre seulement de résultats ont été exploités dans ce chapitre.

Pour 1967 par exemple, les chiffres concernent 57 séries de piégeages ; ces résultats, considérés individuellement, présentent, pour ce qui concerne l'activité et la répartition, des différences assez peu spectaculaires, mais ce qui en fait l'intérêt est la répétition constante du phénomène.

Il va de soi que l'idéal serait de pratiquer des piégeages sur plusieurs arbres de même structure en même temps, mais cela conduirait à des problèmes de récolte et de tri insurmontables actuellement. Il nous a donc fallu nous limiter à un arbre.

Cet essai sur la répartition des différentes unités éthologiques (concept défini par M. ROTH, 1970) ne peut donner que des indications générales ; en effet, s'il est certain, comme nous le verrons, que les insectes recherchent plus particulièrement, selon leurs affinités éthologiques, certains emplacements dans la frondaison, cela n'implique pas la «désertion» totale des autres parties par les insectes considérés ; il y a en fait un brassage continuel de la faune ailée dans la frondaison, l'on ne devra donc pas s'attendre à des différences très spectaculaires. ROTH (1970) a d'ailleurs pu montrer que, en milieu herbacé, d'incessantes «micromigrations» conditionnent le peuplement des biotopes. Il en est de même dans une frondaison et les différentes parties de celle-ci n'étant pas «cloisonnées» par des conditions microclimatiques nettement tranchées, il s'ensuit que les différences de peuplement sont parfois peu marquées.

C'est surtout la répétition de ces différences au cours de chaque séance de piégeage qui en confirme la valeur.

Il s'avère aussi que, à l'intérieur des groupes que nous avons définis (la famille le plus souvent pour les Diptères), le comportement peut varier d'un genre à l'autre, d'une espèce à l'autre dans une même unité éthologique, en particulier lorsque ces genres ou espèces se succèdent dans le temps. Ce fait augmente les difficultés d'interprétation et met en valeur l'intérêt du tri à l'espèce, mais il n'est envisageable malheureusement, dans des études synécologiques de ce type menées par un seul chercheur, que pour des cas particuliers. Certains des cas seront donc développés dans la deuxième partie.

DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA RÉPARTITION

Cette première partie expose comment se présente d'une façon globale, sur une année, la répartition de différentes unités éthologiques.

En ce qui concerne les différences observées entre la frondaison et la prairie, le tableau I expose les récoltes globales pour les principales familles ou superfamilles de Diptères ou Hyménoptères ; il faut préciser

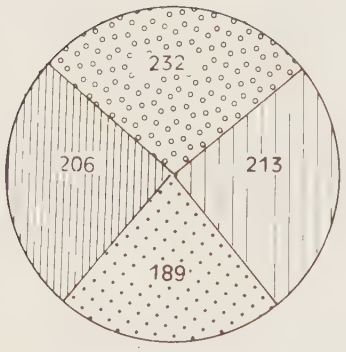
ici qu'il s'agit de prélèvements effectués à l'aide de 10 pièges dans la frondaison du pommier et 3 pièges dans la prairie ; les comparaisons seront donc surtout relatives d'un groupe taxonomique à un autre.

Tableau I

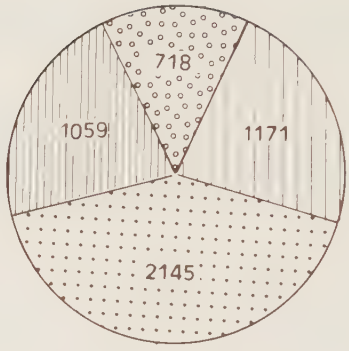
Captures effectuées du mois d'avril au mois de septembre inclus en 1967 dans le pommier et la prairie

	Pommier	Prairie
DIPTÈRES		
Limmobiidae	138	14
Anisopodidae	68	1
Mycetophilidae	17	4
Sciaridae	1 056	553
Cecidomyiidae	1 388	948
Chironomidae	1 102	133
Psychodidae	528	46
Stratiomyiidae	266	24
Rhagionidae	55	11
Empididae	1 091	72
Dolichopodidae	7 207	1 262
Syrphidae	88	196
Phoridae	839	596
Pipunculidae	113	6
Conopidae	5	2
Haplostomates	763	738
Tachinidae	478	139
Anthomyiidae	1 686	1 530
Calliphoridae (s.l.)	3 255	1 505
HYMÉNOPTÈRES		
Tenthredinodea	50	54
Ichneumonoidea	870	315
Chalcidoidea	2 041	1 821
Proctotrypoidea	1 163	373
Apoidea	971	251
Vespoidea	375	17
Sphecoidea	235	69
Pompiloidea	12	17
Divers	176	148

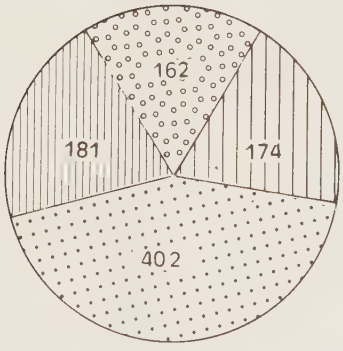
Les diagrammes des figures 25 et 26 montrent l'évolution de ces mêmes groupes au cours de la saison et permet de constater des grandes différences de fluctuation des vols, parfois explicables par des raisons trophiques : vols d'abeilles importants dans l'arbre lors de la floraison, vols de guêpes au moment de la maturation des fruits, insensibles dans la prairie par exemple ; de même, les grandes émergences de *Chironomidae*, peu sensibles au niveau de la prairie, sont dues au fait que ces insectes volent en «nuages», parfois assez haut dans la strate végétale. Quant aux *Anthomyidae*, c'est chez ces insectes, au niveau spécifique, qu'il faut chercher l'explication des différences de période de pullulation entre frondaison et prairie.



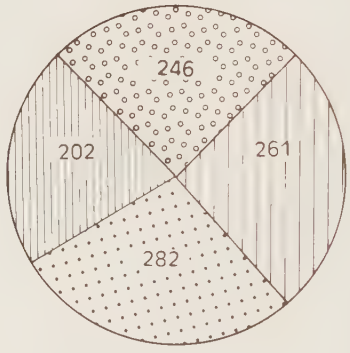
Cecidomyiidae



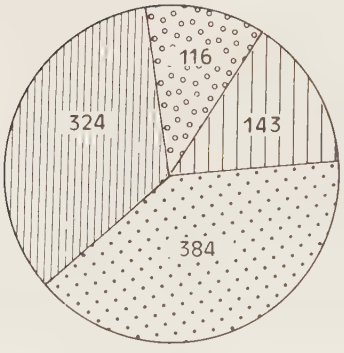
Dolichopodidae



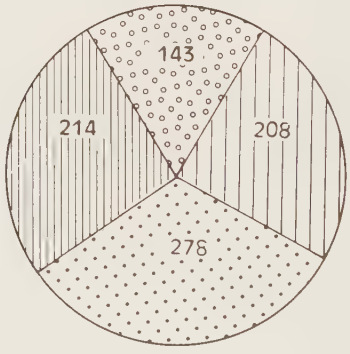
Empididae



Procto.+Chalcidoïdea



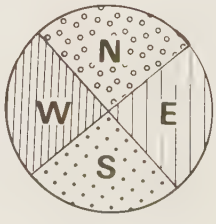
Apoïdea



Psyllidae

Fig. 3 – Répartition azimutale et altitudinale de quelques unités éthologiques dans la périphérie de la frondaison calculée sur la totalité des captures en 1967 (l'importance des portions de cercle est relative à l'importance réelle des captures)

. Moyenne de ces valeurs ramenées à un piège
. Piégeage au sommet de l'arbre (1 piège)
. Piégeage dans le haut du tronc (1 piège).



La figure 3 résume l'aspect que prend d'une façon générale la répartition azimutale et verticale de quelques unités éthologiques importantes.

L'étude plus détaillée de la répartition, en fonction de différents facteurs, sera traitée dans le paragraphe suivant.

Les Nématocères

D'emblée, nous pouvons, à la lecture des premiers résultats, dire que les Nématocères pour la plupart sont sciaphiles, cela se traduisant par le fait qu'ils sont particulièrement abondants à l'intérieur de l'arbre (piège centre bas) et dans les zones les plus proches du sol ; ainsi, pour les *Cecidomyiidae*, 69,3 % des captures sont obtenues dans le centre-bas, 19 % dans la périphérie inférieure et 11,7 % dans la périphérie supérieure ; si l'on considère la répartition azimutale, c'est au nord que les captures sont les plus fortes, puis en est et en ouest en valeur à peu près égale.

Il semble, toutefois, qu'il se produise ici un phénomène que nous retrouverons chez d'autres groupes : la répulsion pour les fortes luminosités serait compensée par la recherche de zones plus chaudes. Ce cas particulier sera exposé dans la deuxième partie ; ce qui fait que le sud, zone plus éclairée mais la plus chaude, représente tout de même 21 % des captures de la périphérie.

Examinons tout particulièrement le cas des *Psychodidae* qui sont certainement, parmi les Diptères, ceux qui fuient le plus la lumière.

Nous les trouvons à raison de 3,7 % dans la périphérie haute, 5,4 % dans la périphérie basse et 90,9 % dans le haut du tronc (1). Mais les résultats de capture, bien que faibles, quant à la périphérie, montrent que là encore ce sont les parties ouest et sud les plus fréquentées, ce qui confirme bien que le comportement des insectes sciaphiles est régi par deux stimuli, ici contradictoires, de température optimum et d'clairement minimum.

Pour ce qui concerne les *Sciaridae*, on constate surtout leur présence dans la partie inférieure de l'arbre mais ce comportement est beaucoup moins régulier que chez les Cécidomyides et on les rencontre parfois en majorité dans le haut ; il est vrai que ces insectes volent surtout en «essaim» et que, si un essaim est capturé d'un coup, dans un même piège, cela modifie brutalement l'aspect général de la distribution.

Étudions maintenant des groupes intermédiaires, dont on ne suarait dire s'ils sont sciaphiles ou héliophiles.

Les *Chironomidae*, par exemple, occupent la totalité de la partie externe de la frondaison et sont aussi bien représentés à l'intérieur de l'arbre. Pendant la brève période de la pullulation, nous avons pu constater que la répartition altitudinale pouvait être inversée curieusement dans certaines conditions ; nous en reparlerons dans la deuxième partie de ce chapitre.

La distribution azimutale (tableau II) confirme le fait que les *Chironomidae* affectionnent les parties les plus ensoleillées et le fort pourcentage des captures à l'est, ce qui n'est pas très commun dans nos résultats, prouve simplement que les vols sont plutôt matinaux.

---

(1) Notons que des captures, au sol, dans la prairie voisine, sont négligeables, mais que beaucoup ont été récoltés sous des haies proches.

Tableau II

Répartition azimutale des *Chironomidae* en pourcentages

Nord	Est	Sud	Ouest
22 %	26,6 %	33,8 %	17,6 %

Les Phoridae

Dans la frondaison, ces insectes s'élèvent relativement peu, les captures ont été négligeables au sommet de l'arbre et deux fois moins importantes dans la moitié supérieure que dans la partie inférieure. Nous avons obtenu 12,2 % et 21,1 % pour la périphérie et 66,7 % des captures dans le centre de l'arbre. Ce sont donc nettement des insectes de couvert végétal mais capables malgré tout de s'éloigner de l'épigaïon par opposition aux *Lonchopteridae*, par exemple, qui eux sont totalement absents de la frondaison, du moins en ce qui concerne le milieu dans lequel nous avons travaillé.

Pour en revenir aux *Phoridae*, disons cependant que lorsque les conditions de température sont exceptionnellement élevées par rapport aux journées précédentes, il y a une plus grande tendance à la dispersion, une égalisation des captures et même une élévation vers le sommet de l'arbre. L'analyse des espèces aurait peut-être montré que selon celles-ci les exigences d'ensoleillement peuvent varier ; d'ailleurs, ROTH (1970), qui a piégé à différents niveaux d'une strate herbacée, a pour quatre niveaux de piégeage capturé 40 % de *Phoridae* au niveau supérieur de la strate herbacée contre 17 % à 30 cm au-dessus, 20 % à mi-hauteur de la végétation et 23 % au niveau du sol, montrant ainsi que les *Phoridae*, réputés sciaphiles, se trouvent cependant aussi en grand nombre dans les parties ensoleillées de la végétation.

La répartition azimutale montre une nette préférence pour le sud d'abord, l'ouest ensuite, c'est d'ailleurs la règle générale chez les Brachycères, ce qui fait que l'on ne peut les ranger parmi les sciaphiles stricts.

Des captures faites en prairie ont montré des différences entre la frondaison et ce milieu ; en effet, des vols importants ont lieu en juillet mais ils ne sont sensibles que dans la prairie (voir figure 25) ; d'ailleurs, M. ROTH (1971) signale que les *Phoridae* considérées comme des insectes au vol faible et bref peuvent en réalité voler franchement au-dessus de la végétation herbacée et cela même au soleil. Dans la frondaison il en va un peu différemment et nous retrouvons une préférence sensible pour les zones d'ombre et, pour ce qui concerne la périphérie de la frondaison, une dominance des captures dans la partie inférieure.

Les captures faites parallèlement dans la prairie ont d'ailleurs montré une pullulation courant septembre qui n'a pratiquement pas été sensible dans la frondaison. Néanmoins, les *Phoridae* sont alors présents au sommet de l'arbre, ce qui implique tout de même une certaine photophilie.

Tableau III

Répartition azimutale des *Phoridae* en pourcentages

Nord	Est	Sud	Ouest
24 %	16,5 %	32,5 %	27 %

Les Thysanoptères

Avec ces insectes nous abordons un groupe systématique très différent de ceux que nous avons vus jusqu'à présent mais leur comportement n'est pas sans rappeler beaucoup celui des *Phoridae* précédemment étudiés.

En ce qui concerne la répartition verticale, nous savons que, dans un milieu herbacé, le niveau du sommet de la végétation est le plus fréquenté par les Thysanoptères (ROTH, 1971). En ce qui concerne la frondaison, il en va différemment et la répartition est beaucoup plus uniforme, celle-ci est sensiblement de la même importance partout, le sommet de l'arbre étant cependant la zone la moins fréquentée.

Il est à noter aussi que les périodes de vol varient selon qu'il s'agit de la frondaison ou de la prairie (voir figure 33, chapitre III).

Il faut dire d'ailleurs que ces résultats englobent plusieurs espèces différentes ; en effet, de brèves mais importantes pullulations dans le pommier en avril-mai n'ont absolument pas été marquées dans la prairie, notons toutefois que cette période correspond à la floraison, ce qui a pu provoquer, chez ces insectes, une activité et une concentration plus importantes.

Tableau IV

Répartition azimutale et altitudinale chez les Thysanoptères dans la frondaison*

Nord	Est	Sud	Ouest	Haut	Bas	Centre haut	Centre bas
220	256	263	255	484	439	180	320

* Ces résultats comprennent la totalité des captures pour 1967

Les insectes dont nous parlerons maintenant ont une répartition beaucoup plus dispersée et sans les qualifier tous d'héliophiles nous constatons qu'ils fréquentent beaucoup moins les parties à l'ombre et que certains groupes en sont même totalement absents.

Les Thécostomates

Pour plus de compréhension, nous opposerons ici le comportement des *Anthomyiidae* à celui des *Calliphoridae* (*s.l.*).

Ainsi nous pouvons dire qu'il y a, en population opérationnelle, deux fois plus de *Calliphoridae* + *Muscidae* que d'*Anthomyiidae* alors que ces deux groupes sont capturés en nombre égal dans la prairie, ainsi que le montre le tableau ci-dessous :

Tableau V

Nombre d'insectes capturés par piège pour la totalité de la saison

1967	Pommier	Prairie
Anthomyiidae	153	510
Calliphoridae + *Muscidae*	293	501

D'ailleurs des «pullulations», sensibles dans la prairie (pour *Phaonia pallida* F., en septembre, par exemple), ne sont pas marquées dans la frondaison. La tendance générale des *Anthomyiidae* est une recherche moins marquée de la frondaison, en particulier pour ce qui concerne les espèces volant en septembre, comme nous le verrons dans la deuxième partie de ce chapitre.

Avec les *Calliphoridae*, nous sommes donc en présence de bons voiliers colonisant la frondaison surtout dans la partie haute où elles sont 2,5 fois plus abondantes que dans la partie inférieure et rares à l'intérieur (piège «centre-bas») avec seulement 6,1 % du total.

Par opposition, les *Anthomyiidae* sont présentes en quantités égales à chaque niveau et les captures faites à l'intérieur de l'arbre représentent 29 % du total.

Tableau VI

Comparaison des captures entre *Calliphoridae* et *Anthomyiidae* pour 1967 dans le pommier et la prairie

	Pommier : 10 pièges	Prairie : 3 pièges
Anthomyiidae	1 674	1 530
Calliphoridae	3 197	1 505

En ce qui concerne la répartition azimutale, et bien que le sud soit, pour ces deux groupes, la partie la plus fréquentée, on notera, et cela rejoint les observations précédentes, que les *Anthomyiidae* sont plus abondantes que les *Calliphoridae* dans les zones les moins ensoleillées puisqu'on récolte 28,7 % de ces insectes en zone nord. Néanmoins, la diversité des espèces chez les *Anthomyiidae* est telle qu'on peut penser, bien entendu, que ce n'est pas un comportement commun à toutes.

Tableau VII

Pourcentage comparé de la répartition azimutale chez les *Calliphoridae* et *Anthomyiidae*

	Nord	Est	Sud	Ouest
Calliphoridae	16,4 %	24 %	37,9 %	21,7 %
Anthomyiidae	28,7 %	17,9 %	31,1 %	22,3 %

Notons ici que le comportement des Tachinaires ressemble à celui des *Calliphoridae* avec seulement 14 % des captures au nord ; les captures dans les autres parties étant à peu près équivalentes.

Du point de vue altitudinal, les *Tachinidae* sont à peu près 2,2 fois plus abondantes dans la moitié supérieure de la frondaison que dans la partie basse, ce qui correspond là aussi au comportement des *Calliphoridae* (*s.l.*).

D'autre part, le piège situé à l'intérieur de la frondaison a capturé très peu de ces insectes par rapport à celui qui était placé au sommet de l'arbre. Il faut préciser ici que ces insectes sont beaucoup moins abondants que les autres Thécostomates.

Les Dolichopodidae

L'intensité des vols, par opposition au cas précédent, n'est pas affectée par les variations microclimatiques et l'intensité des vols est rigoureusement fonction de l'évolution naturelle de l'espèce dans le temps. Nous pensons donc que pour l'espèce considérée (*Chrysotus blepharosceles* Kow.), par opposition aux espèces franchement sciaphiles, il s'agit plus d'un comportement photophile qu'héliophile : ces insectes fuilent l'ombre mais le faible ensoleillement ne perturbe pas leur vol.

En ce qui concerne la répartition azimutale et quelles que soient la période et l'importance des vols, les proportions entre les quatre points cardinaux restent très stables au cours de la saison.

Les seules variations de la répartition sont inhérentes au *sex ratio* qui se modifie au cours de la pullulation ; nous y reviendrons dans la deuxième partie.

Tableau VIII

Deux exemples (en pourcentage) du rapport entre les différents points cardinaux selon des durées d'ensoleillement très différentes *

Ensoleillement	Date	Nord	Est	Sud	Ouest
4 heures	26 - 27/6/1967	20 %	29 %	32,5 %	18,5 %
27 heures	10 - 11/7/1967	17 %	19 %	42 %	22 %

* Résultats donnés pour 2 journées de piégeage consécutives

Si les *Dolichopodidae* (*Chrysotus*) sont toujours plus nombreux au sud (entre 38 et 48 %), il semble que ce soit parce que cet emplacement est toujours plus éclairé, en effet, des journées à très faible ensoleillement présentent à peu près les mêmes caractéristiques de répartition que des journées à fort ensoleillement ; tout au plus peut-on dire que lorsque la période d'ensoleillement est très courte il y a une répartition sensiblement plus égale (figure 4).

Ces insectes sont moins fréquents à mi ombre et, d'ailleurs, complètement absents dans les parties totalement ombrées, la partie interne de l'arbre et l'intérieur des buissons étant colonisés par d'autres espèces, notamment *Sciopus platypterus* Fab.

Si l'on considère la répartition verticale, on constate dans ce cas une variation saisonnière importante qui semble due plutôt à l'influence du *sex ratio*, bien qu'il y ait là une corrélation avec l'ensoleillement, il y a en effet beaucoup plus d'insectes dans la moitié supérieure en juin alors que l'ensoleillement est très souvent moins important, mais c'est aussi la période où les mâles sont les plus abondants.

Les Empididae

Comme pour les *Dolichopodidae* il convient de dissocier les espèces qui vivent sous le couvert végétal et que nous retrouvons dans le piège «centre-bas» (*Phyllodromyia melanocephala* F. et *Dryodromyia sp.* par exemple) des espèces héliophiles (*Tachydromya, Drapetis, Hilara,* par exemple), ces dernières sont celles que l'on retrouve sur le pourtour de la frondaison au sommet des arbres, elles sont beaucoup plus abondantes au sud tout au long de la saison ainsi que le montre le tableau IX.

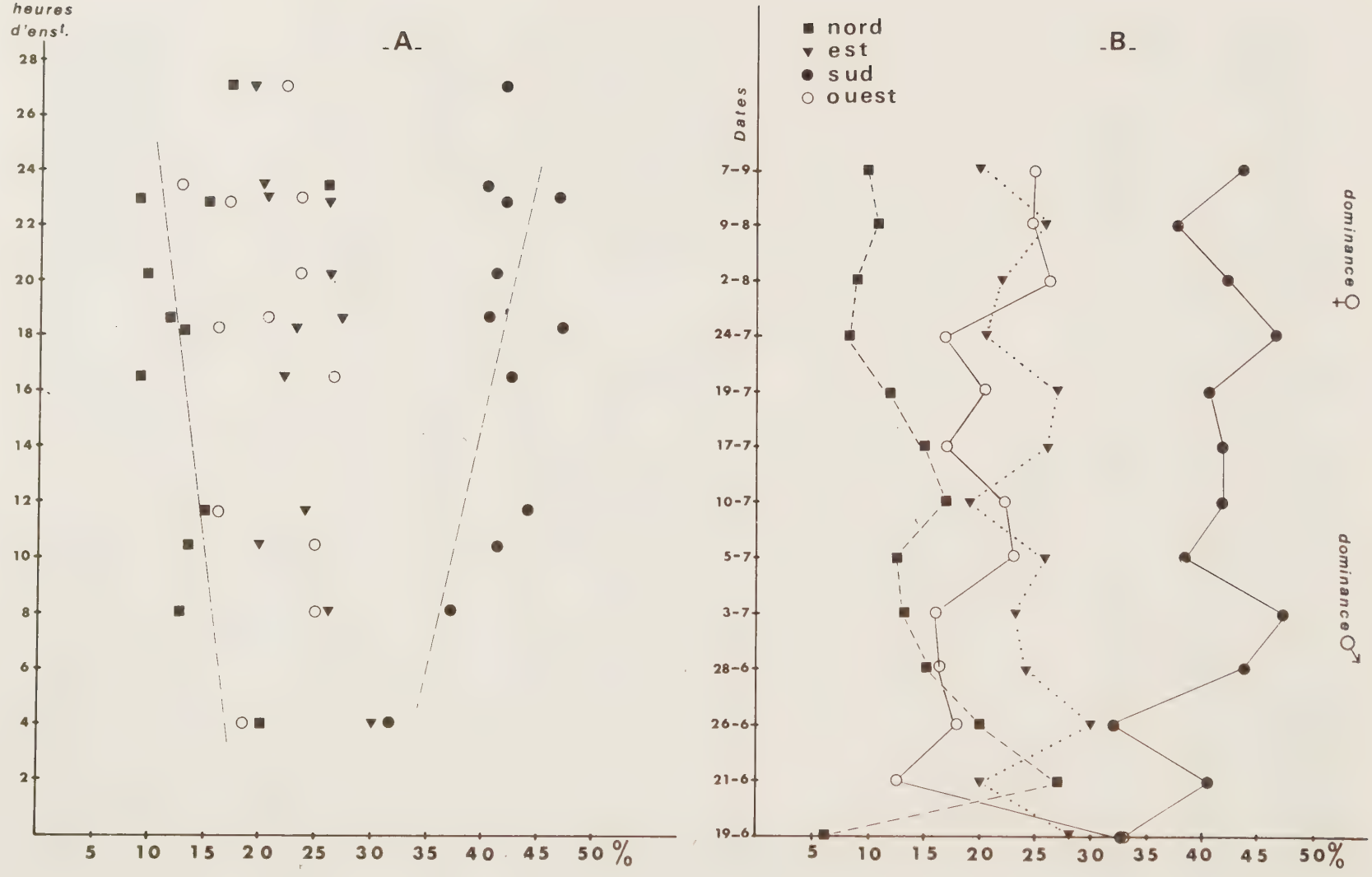


Fig. 4 – Répartition azimutale des *Dolichopodidae* en pourcentages dans la frondaison en 1967
A. en fonction de l'ensoleillement ;
B. en fonction de l'évolution au cours de la saison.

Tableau IX

Répartition azimutale en pourcentage des *Empididae* dans la frondaison en 1967

Nord	Est	Sud	Ouest
17,6 %	19 %	40,4 %	20 %

Dans la prairie et dans l'arbre parfois on rencontre les grandes espèces : *Empis stercorea* L., *E. trigramma* Meig., *E. livida* L., *E. tessellata* Fab. ; plusieurs espèces d'*Hilara* sont assez communément capturées.

La répartition verticale est soumise à des variations curieuses dues à la succession des espèces, nous y reviendrons plus longuement dans la deuxième partie de ce chapitre (figure 5).

Les Apoïdes

Il est bien connu, en particulier chez les abeilles, que le vol est conditionné par un bon ensoleillement ; la présence des *Apoidea* dans la frondaison est soumise principalement à la floraison, c'est donc pendant une très brève période qu'elles seront abondantes, et elles deviennent 25 à 30 fois moins nombreuses dès la fin de la floraison. Bien que la recherche des inflorescences les incite à se déplacer constamment, les abeilles sont bien plus fréquentes au sud et à l'ouest, et totalement absentes à l'intérieur de l'arbre. De même, la répartition altitudinale montre que ces insectes recherchent de préférence la partie supérieure de la frondaison.

Tableau X

Répartition en pourcentage des Apoïdes dans la frondaison

I : répartition azimutale				II : répartition altitudinale	
Nord	Est	Sud	Ouest	Haut	Bas
12 %	14,7 %	39,8 %	33,5 %	72,4 %	27,6 %

Dans la prairie par contre, elles sont capturées régulièrement tout au long de la saison, mais en faible nombre (les pièges étant situés dans une végétation peu attirante pour des butineurs tels que ces insectes) ; en 1967, par exemple, il en a été capturé 217 dans la prairie, pour toute la saison, et 967 dans le pommier dont 782 pendant la seule période de floraison. Il s'agit pour beaucoup d'*Apis mellifica* L., *Andrenidae, Halictidae.*

Les Térébrants

Par opposition aux butineurs tels que les *Apoidea* et les *Tenthredinoidea*, et comme l'a montré ROTH (1971) pour le milieu herbacé, les *Ichneumonoidea, Chalcidoidea, Proctotrypoidea,* sont nombreux dans le couvert végétal et c'est au milieu de la strate herbacée qu'il les capture en plus grand nombre ; ceci s'explique par le fait que la recherche de leurs proies les incite à explorer le maximum de parties végétales. Bien que la structure d'une frondaison ne puisse être comparée à celle d'une strate herbacée, nous pouvons pressentir les mêmes phénomènes. En effet, les différences entre les orientations azimutales sont faibles (un peu marquées, il est vrai, pour les *Ichneumonoidea*), la partie nord étant toujours fréquentée autant que l'ouest ou l'est, par exemple, et le piège «centre-bas» interceptant relativement un grand nombre d'insectes.

Ce n'est pas le cas des *Proctotrypoidea* qui, curieusement, sont proportionnellement moins abondants dans ce piège que les Chalcidiens, alors qu'il est admis que les *Proctotrypoidea*, du moins dans la strate herbacée, sont parmi les Térébrants les plus sciaphiles.

Le fait le plus remarquable concerne la répartition altitudinale ; les trois groupes présentent, en effet, une grande homogénéité de comportement puisque chacun est deux fois plus abondant dans la moitié inférieure que dans la moitié supérieure.

Tableau XI

En valeur absolue, comparaison de la répartition altitudinale pour les trois superfamilles de Térébrants

	frondaison moitié supérieure – 4 pièges	frondaison moitié inférieure – 4 pièges	centre bas 1 piège
Ichneumonoidea	215	417	147
Chalcidoidea	659	1 010	281
Proctotrypoidea	323	664	83

Tableau XII

En pourcentage, comparaison de la répartition azimutale chez les différentes superfamilles de Térébrants dans la frondaison

	Nord	Est	Sud	Ouest
Ichneumonoidea	22,6 %	20 %	33,4 %	24 %
Chalcidoidea	25,2 %	23,6 %	28,9 %	22,3 %
Proctotrypoidea	24,8 %	26,3 %	28,5 %	20,4 %

Les Homoptères

D'une façon générale, les Psylles ont une répartition orientée vers les zones les plus éclairées et sont relativement moins nombreux au nord ; ils sont un peu plus abondants (453 individus capturés contre 345) dans la partie basse de la frondaison mais rares à l'intérieur de celle-ci. Les *Typhlocybidae* sont plus abondants au nord que les Psylles, aussi leur répartition azimutale est plus homogène, ceci est d'ailleurs confirmé par le fait qu'ils ont été capturés en assez grand nombre dans le piège «centre-bas» contrairement aux Psylles ; on peut donc conclure qu'ils recherchent moins la lumière que ces derniers.

Tableau XIII

Répartition azimutale des *Typhlocybidae* (I) et des Psylles (II), en pourcentage, dans la frondaison

Nord	Est	Sud	Ouest
21 %	21 %	31,5 %	26,5 %

I

Nord	Est	Sud	Ouest
16,9 %	24,7 %	32,9 %	25,4 %

II

Les Meligethes

Les *Meligethes* (*Nitidulidae*) sont particulièrement abondants dans les arbres au moment de la floraison, c'est pendant la première semaine de mai (période de pleine floraison pour l'arbre experimental) que les plus fortes captures ont été enregistrées ; elles déclinent ensuite très rapidement mais se maintiennent à un taux assez fort dans la prairie en juillet.

Les *Meligethes* disparaissent pratiquement en août.

Tableau XIV

Comparaison des captures de *Meligethes* au plateau coloré dans le pommier et la prairie, pour 9 séries de piégeage par mois en 1967

Meligethes	avril	mai	juin	juillet	août	septembre
Pommier	376	325	53	53	5	–
Prairie	131	36	63	113	–	–

ASPECT DYNAMIQUE DE LA RÉPARTITION ET FACTEURS DE MODIFICATION DES VOLS

Nous avons vu, dans la première partie, la répartition générale des groupes les plus représentatifs de l'entomofaune de la frondaison. Cette répartition est susceptible de variations par rapport au comportement type en fonction de différents facteurs, au cours de la saison, de l'heure du jour.

Ces facteurs peuvent être d'ordre biotique lorsque, au sein d'une même unité éthologique, des espèces ou des genres différents se comportent différemment les uns par rapport aux autres. Elles peuvent être dues à des variations microclimatiques qui incitent les insectes à se déplacer pour retrouver de meilleures conditions.

Nous verrons qu'un certain nombre d'unités éthologiques modifient leur comportement de vol lorsque l'ensoleillement varie.

Variations de la répartition ayant pour cause la succession des espèces dans le temps

Les Empididae

En ce qui concerne ces insectes, dont les principaux genres sont aisément différenciables, nous savons que certains genres tels que *Phyllodromia* et *Dryodromia* sont nettement sciaphiles : nous les trouvons à l'intérieur de la frondaison au niveau du tronc et vraisemblablement dans le milieu herbacé ils doivent se trouver à un niveau proche du sol.

Les *Empididae* sont (avec les *Dolichopodidae*) particulièrement abondants dans ce verger relativement aux autres familles, ceci étant confirmé aussi bien par les captures au piège coloré que par de nombreuses observations, et ce sont surtout les petites espèces qui sont fréquentes dans la frondaison

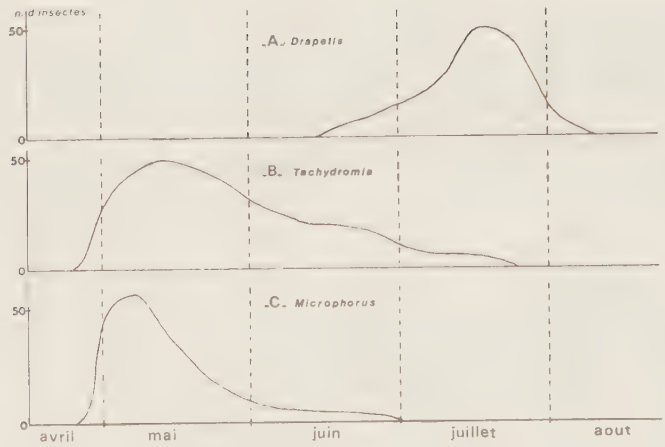


Fig. 5 – Comparaison des périodes de vols de différents genres d'*Empididae* dans la frondaison du pommier en 1968.

des pommiers. Il ne nous a malheureusement pas été possible d'identifier à l'espèce tous les genres d'*Empididae*, mais l'étude au niveau du genre a pu mettre en évidence certains faits concernant les périodes de vol. En effet, parmi les trois genres les mieux représentés dans la frondaison du pommier, on constate que, pendant le mois de mai, sont exclusivement capturés : *Tachydromia* et *Microphorus, Tachydromia* étant encore, mais beaucoup plus faiblement, capturée en juin-juillet. Ensuite, apparaît le genre *Drapetis* avec un maximum de captures vers le 20 juillet (*D. assimilis* Fall. et *D. exilis* Meig.). La figure 5 expose ces résultats.

Chez les «héliophiles» que nous trouvons en grande majorité à la périphérie de l'arbre, la situation varie dans le plan vertical ; en effet, si l'on considère séparément les récoltes de mai-juin-juillet (période de pullulation des *Empididae*), nous constatons une inversion pour le mois de juillet : les insectes, très abondants vers le haut durant le mois de mai, deviennent rares à ce niveau, pour pulluler alors dans le bas de la frondaison. L'analyse montre qu'il s'agit de genres différents ; en mai et juin, il s'agit principalement de *Tachydromia* et *Microphorus* qui sont donc surtout attirés par le haut de la frondaison ; en juillet, il s'agit du genre *Drapetis*, lequel se maintient dans la moitié inférieure de la frondaison ainsi que le montre la figure 6.

Fig. 6 – Répartition verticale des *Empididae* selon les genres et pour différents mois en 1967 dans la frondaison du pommier. Nombre d'insectes ramené à un piège par niveau et pour 9 x 48 h de piégeage par mois.

Cette analyse au niveau du genre a d'ailleurs aussi été faite pour 1968 et nous avons exprimé dans la figure 5 les différentes époques du vol. Pour ce qui est de la répartition azimutale, elle est sensiblement la même pour les deux populations. Il y a donc ici uniquement modification de la répartition verticale dans le temps due à la succession d'espèces de comportements différents. Ceci peut s'expliquer par le fait que *Drapetis* est un petit «moucheron» à vol apparemment peu soutenu par rapport aux autres genres.

Les Typhlocybidae

Nous avons vu dans la première partie que, d'une façon générale, ces insectes sont plus abondants dans la partie supérieure de la périphérie, bien que rares au sommet de l'arbre proprement dit. Or, si nous examinons chronologiquement les résultats obtenus pendant la période des plus fortes captures, nous constatons que, au fur et à mesure que la saison s'avance, les *Typhlocybidae* ont tendance à être moins nombreux dans le haut et que les quantités de captures ont tendance à s'équilibrer entre le haut et le bas ; ce n'est évidemment pas un facteur microclimatique qui intervient ici ; tout au plus peut-on supposer que, le mois de juin correspondant à la fin de pullulation de *Erythroneura flammigera* (figures 7 et 8), ce serait cette espèce qui dominerait dans la partie supérieure, alors que *Typhlocyba rosae*, qui constitue la majeure partie en juin et surtout juillet, serait réparti plus également.

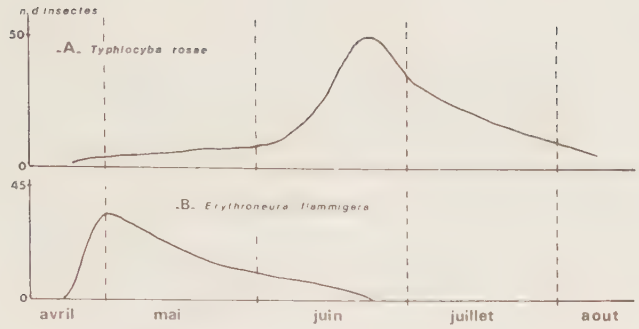


Fig. 7 – Comparaison des périodes de vol dans la frondaison du pommier en 1968 pour les deux espèces les plus communes de *Typhlocybidae*.

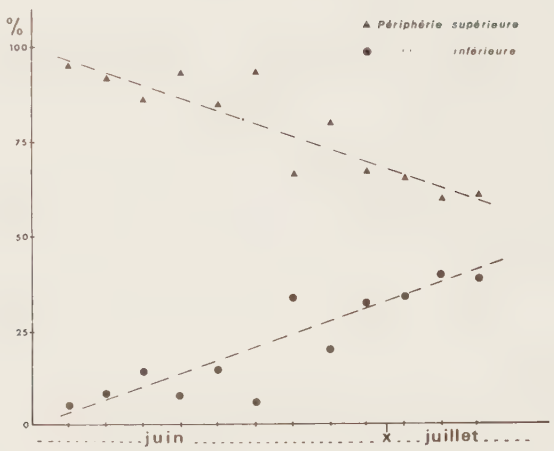


Fig. 8 – Proportion des captures de *Typhlocybidae* entre la partie supérieure et la partie inférieure de la frondaison en 1967. Les résultats sont exprimés en pourcentages.

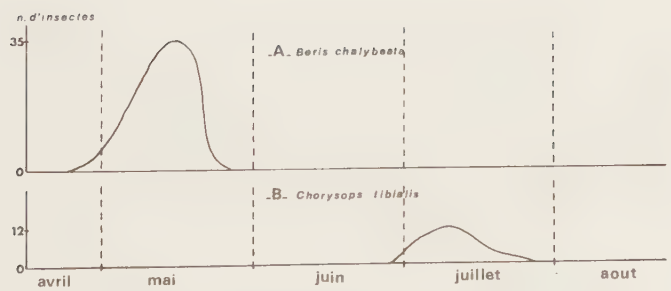


Fig. 9 – Comparaison des périodes de vol dans la frondaison du pommier en 1968 pour deux espèces de *Stratiomyiidae*.

Les Stratiomyiidae

Citons ici brièvement le cas des *Stratiomyiidae*. Les différentes espèces de ces insectes, communes sans être abondantes dans la frondaison, se rencontrent dans celle-ci à peu près partout mais surtout vers le bas, à l'exception cependant de *Chorysops tibialis* Meig. dont la plupart des individus ont été capturés au sommet de l'arbre pendant leur période de vol, c'est-à-dire en juillet.

Du point de vue de l'évolution des espèces dans le temps, *Chorysops tibialis* est précédé en mai par une espèce très abondante : *Beris chalybeata* Forst. (la figure 9 montre nettement la brièveté des périodes de pullulation).

Nous ne terminerons pas ce paragraphe sans citer brièvement ici les *Dolichopodidae* chez lesquels nous remarquons que la plupart des espèces ont une période d'activité qui débute dans le courant du mois de juin pour être les plus abondants en juillet-août alors que deux espèces : *Porphyrops communis* Meig. et *Xyphandrium macrocerum* Meig. ont une activité limitée au mois de mai.

Influence de la durée de l'ensoleillement sur l'activité de vol

Les Chironomidae

Nous avons tenu compte uniquement de la brève période de pullulation de ces insectes qui se produit durant le mois d'avril, les vols suivant cette période étant très faibles excepté une légère remontée en septembre.

Les *Chironomidae* sont normalement abondants dans la périphérie de l'arbre et au sommet, la partie interne étant assez peu fréquentée. Lorsqu'une chute importante de la durée de l'ensoleillement se produit, les déplacements restent pratiquement les mêmes à l'intérieur de l'arbre alors que dans la périphérie de la frondaison les captures chutent de 90 % ; signalons aussi, bien que cela soit peu sensible, que les captures du haut qui étaient les plus abondantes deviennent alors inférieures à celles du bas, qu'il s'agisse de la périphérie (haut-bas) ou du centre de l'arbre (centre-haut–centre-bas).

On voit ici que la température (prise sous abri) a finalement très peu d'influence et que c'est l'intensité de l'ensoleillement qui conditionne l'importance des déplacements (figure 10).

Les Psylles

Bien que leur répartition ne semble pas varier au cours de la saison, l'intensité des vols peut être fortement perturbée s'il y a un abaissement de la durée de l'ensoleillement, ainsi durant le mois de mai 1967, la série de piégeages des 24 et 25 de ce mois a permis la capture de dix insectes pour une heure d'ensoleillement au total, en pleine période de pullulation et la série suivante (29-30 mai) comporte plus de 140 insectes pour un total près de 16 heures d'ensoleillement, ce qui montre donc une bonne corrélation entre les deux valeurs, intensité de capture et énergie solaire. Ce sont donc des insectes dont les déplacements sont hautement conditionnés par l'importance de l'ensoleillement (figure 11).

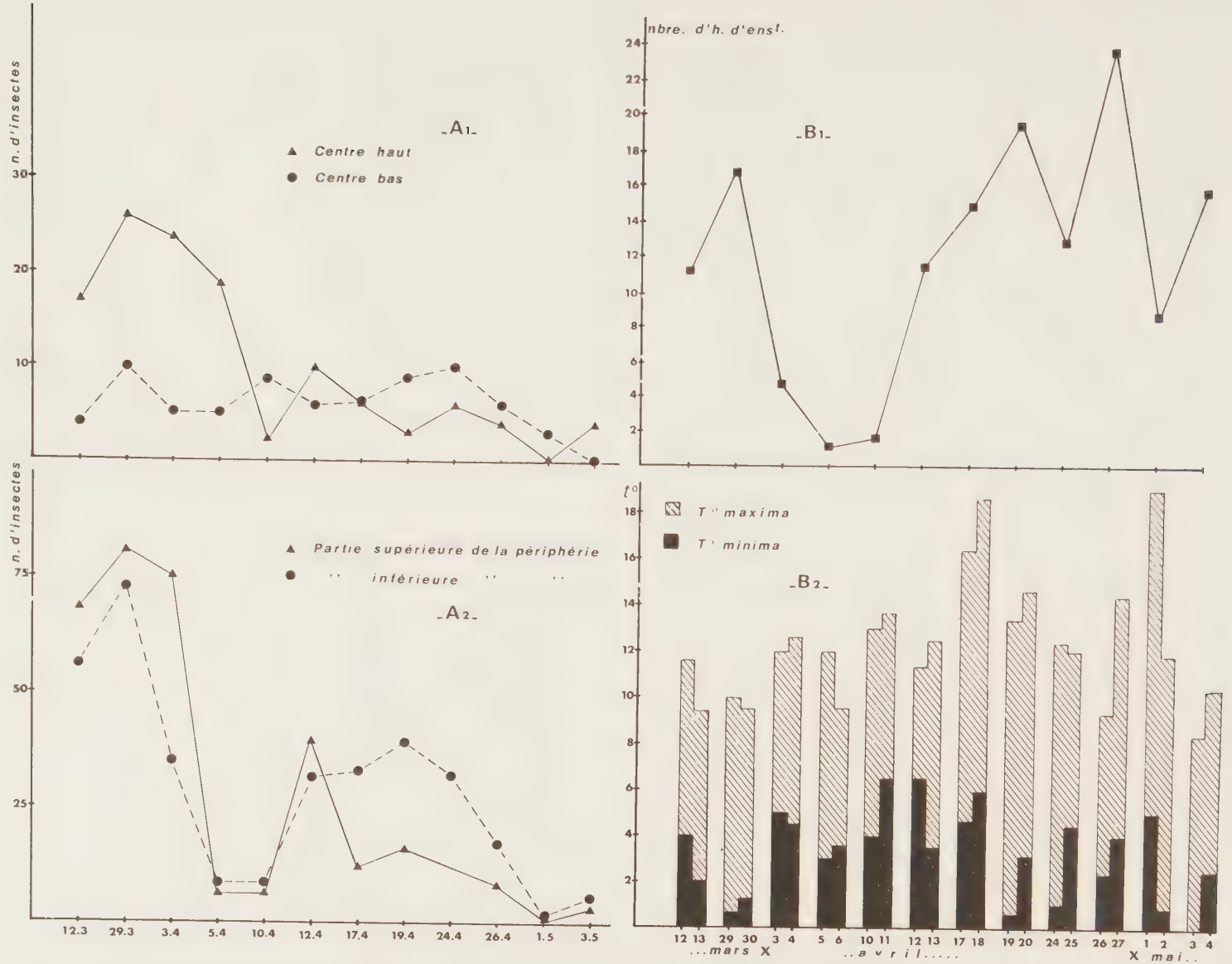


Fig. 10 – Modifications de l'activité des *Chironomidae* en fonction du microclimat -A1- et -A2-. Captures en 48 h dans les différentes parties de l'arbre, -B1- : nombre d'heures d'ensoleillement pendant les 48 h correspondant aux captures, -B2- : températures maxima et minima pendant ces mêmes périodes.

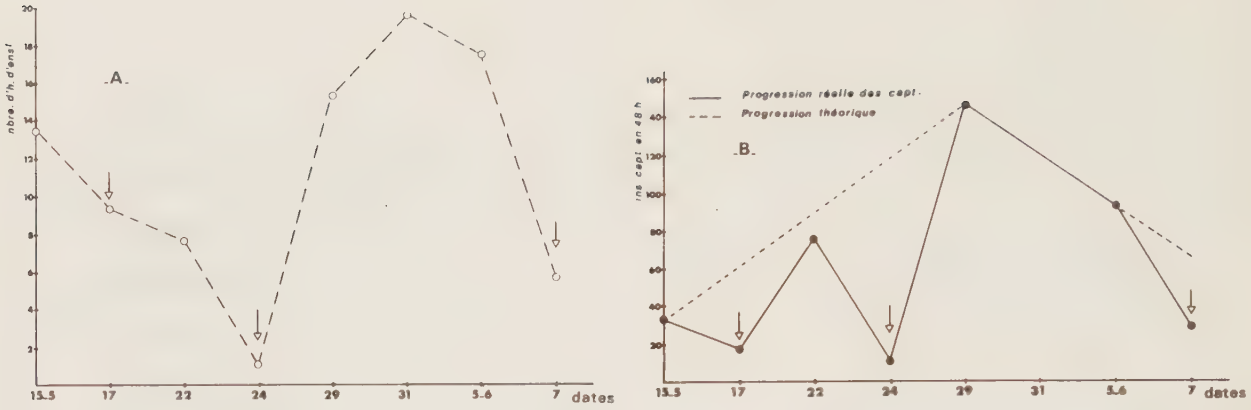


Fig. 11 – Modifications de l'importance du vol chez les Psylles en fonction de la durée de l'ensoleillement.
-A- Nombre d'heures d'ensoleillement pendant les captures.
-B- Progression réelle et théorique des captures.

Les Cecidomyies

Pour ce qui concerne les mouvements de faune au centre de l'arbre (zone d'ombre) par rapport à la périphérie (zone éclairée), il ne semble pas qu'il y ait de corrélations avec la durée de l'ensoleillement. Des séries de quantités de captures ont été constituées à partir des résultats obtenus en regroupant des journées d'ensoleillement semblable. On ne constate pas de variations significatives dans la répartition (tableau XV et figure 12).

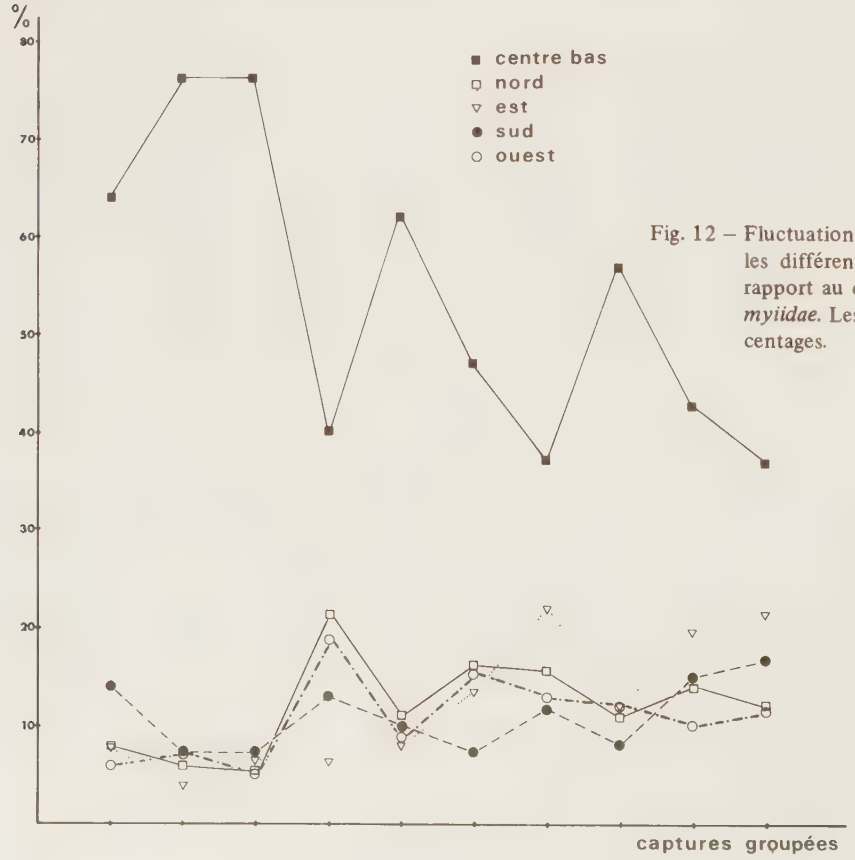


Fig. 12 – Fluctuations de la répartition azimutale dans les différentes parties de la périphérie par rapport au centre de l'arbre chez les *Cecidomyiidae*. Les résultats sont exprimés en pourcentages.

Tableau XV

Moyenne de la différence entre la périphérie (P) et le centre (C) de l'arbre par rapport au temps d'ensoleillement

Durée d'ensoleillement par séance de piégeage de 48 heures	0 à 3 h	3 à 6 h	6 à 9 h	9 à 12 h	12 à 15 h	15 à 18 h	18 à 21 h	21 à 24 h
P – C	68	54	44	45	58	46	72	58

* Cette moyenne étant toujours supérieure dans la partie centrale

Les Anthomyiidae et Calliphoridae

Chez les *Anthomyiidae*, nous constatons une inversion du *preferendum* héliotropique pour deux périodes de vols importants. Ainsi, pendant le mois de mai, les captures sont d'autant plus abondantes que la durée de l'ensoleillement est importante. Au contraire, durant la période comprise entre le 25 septembre et le 10 octobre, le phénomène inverse se produit (figure 13).

Il peut d'ailleurs s'agir d'exigences particulières aux diverses espèces puisque celles-ci varient dans le temps. En dehors de ces époques, les chiffres, moins importants, ne laissent pas apparaître de comportement préférentiel aussi bien marqué.

Si nous comparons ce comportement avec celui des *Calliphoridae* (*s.l.*), nous retrouvons en mai, lorsque ces insectes ne sont pas encore très abondants, un abaissement des vols lorsqu'il y a une chute de la durée de l'ensoleillement.

Par contre, pendant la période des vols les plus importants, ceux-ci semblent être influencés par d'autres facteurs, éclosions massives peut-être qui font que, même lorsque l'ensoleillement est faible, les captures peuvent rester très importantes. L'étude de la température n'a pas été négligée : pendant toute cette période les températures maxima se sont maintenues entre 21 et 28°C ; elles n'ont pas eu, *a priori*, une influence restrictive sur les vols, les plus fortes captures ne correspondant pas forcément aux plus fortes températures (figure 13 B2).

En ce qui concerne la répartition altitudinale, les variations observées chez les *Calliphoridae* vont de 12 % pour le bas et 88 % pour le haut à 43 % et 57 %, donc on en trouve toujours plus dans la partie supérieure de la frondaison, quelles que soient les conditions d'ensoleillement et de température. En ce qui concerne les *Anthomyiidae*, il est arrivé que la partie supérieure de la frondaison fournisse des résultats sensiblement plus importants mais il s'agissait le plus souvent, dans ce cas, de captures de faible importance, donc peu significatives.

Comparaison de comportements opposés eu égard à l'ensoleillement

Nous avons vu ci-dessus quelques cas de modifications du comportement d'insectes soumis aux variations de l'ensoleillement. Dans le cas des insectes sciaphiles il en va tout autrement et, dans la figure 14, nous avons opposé les *Cecidomyiidae* (franchement sciaphiles) aux *Calliphoridae* (*s.l.*) et *Anthomyiidae*.

Nous remarquons tout d'abord que (figure 14) la courbe d'ensoleillement ne ressemble guère à celle des fluctuations thermiques par ailleurs assez peu importantes puisque pendant cette période, exception faite du 2/8, les températures ne descendent pas en dessous de 18° avec des maxima de 27°.

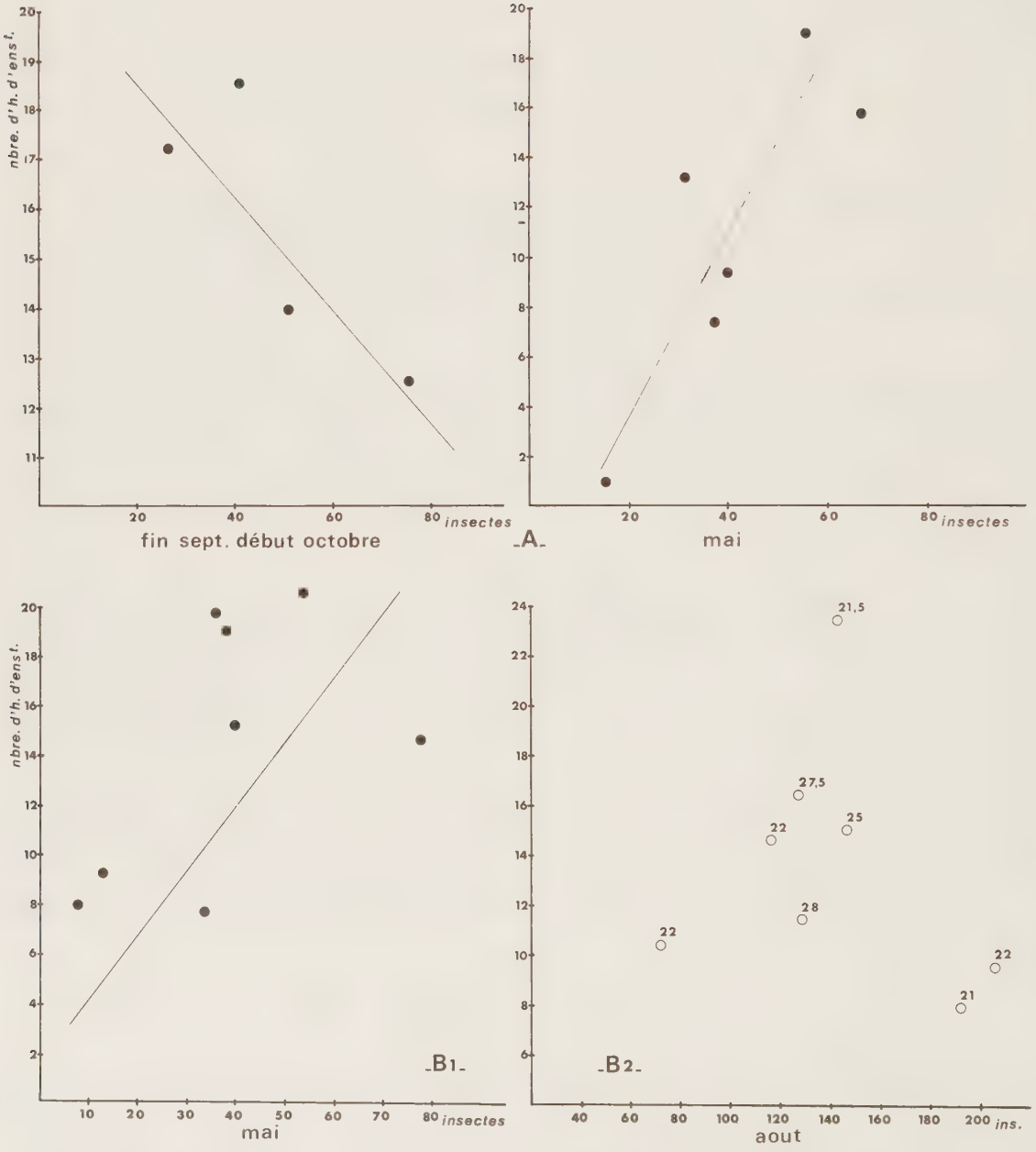


Fig. 13 – Comparaison du comportement général des *Anthomyiidae* selon l'ensoleillement pour deux périodes distinctes dans la frondaison, –B1 et B2. Relation entre les vols de *Calliphoridae* en mai et août en fonction de l'enso - leillement (Pour B2 les températures maxima sont indiquées, les durées d'ensoleillement sont toujours données pour 48 h consécutives).

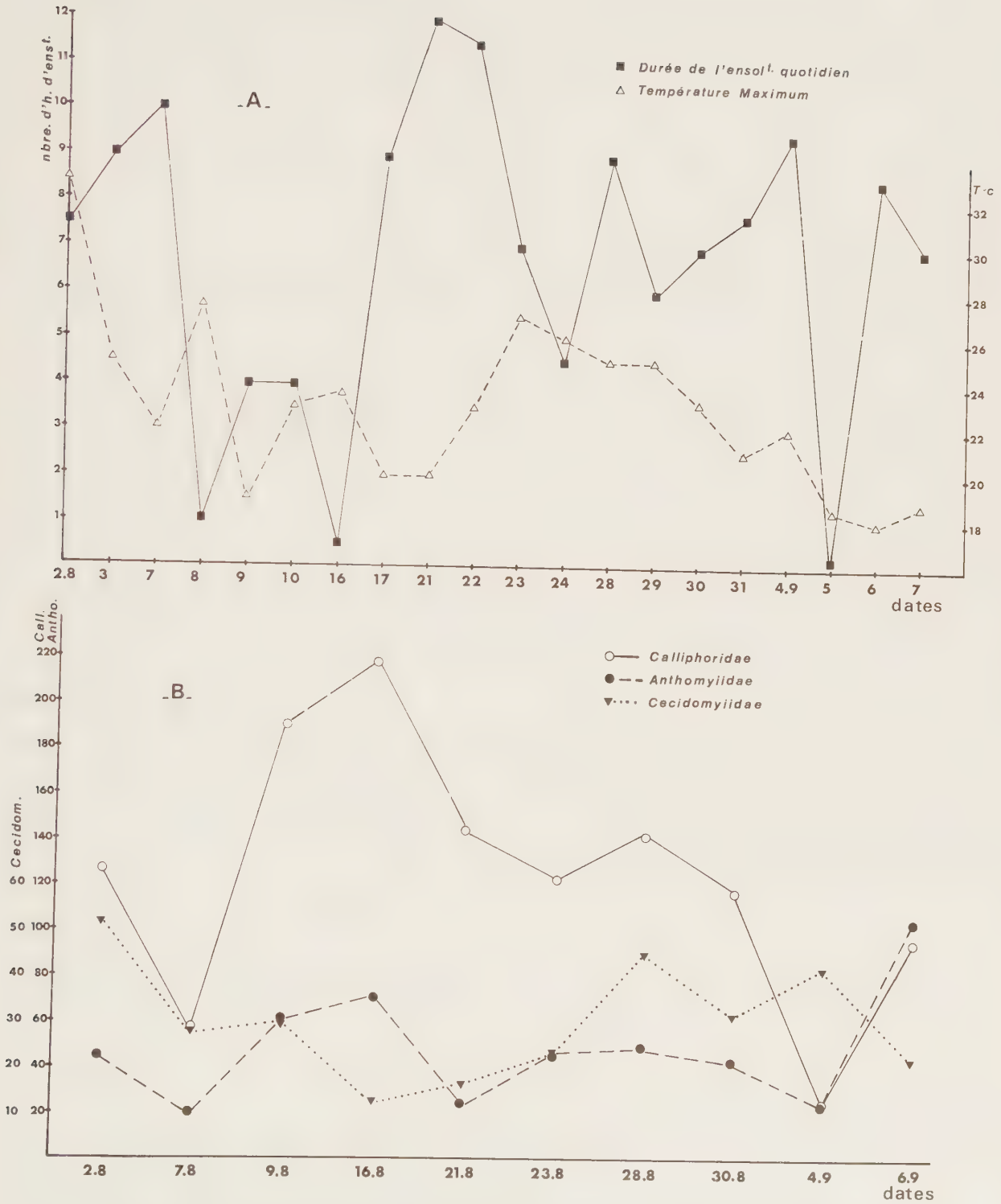


Fig. 14 – Comparaison de l'influence du micrcolimat sur l'importance des vols de sciaphiles (*Cecidomyiidae*) et non sciaphiles (*Calliphoridae* et *Anthomyiidae*). -A- Données microclimatiques. -B- Progression des vols.

D'après la figure 14, on peut voir que les fluctuations de captures des Cécidomyies, relativement peu importantes, ne dépendent pas de l'ensoleillement, contrairement à ce qui se passe avec les *Calliphoridae* et *Anthomyiidae* qui, en particulier lorsque l'ensoleillement devient presque nul, réduisent beaucoup leurs déplacements, du moins dans la frondaison. En ce qui concerne les fluctuations dans la prairie, il s'avère que ces variations existent aussi mais elles sont beaucoup moins marquées.

Un exemple de variation complexe : les Dolichopodidae

Étude particulière du genre Chrysotus

Les variations du comportement sont fonction des facteurs énoncés ci-dessus, mais d'autres facteurs peuvent être décelés, notamment dans le cas des *Dolichopodidae* du genre *Chrysotus*. L'importance numérique de ces insectes dans la frondaison nous a permis de mettre en évidence des variations complexes faisant intervenir d'autres facteurs.

Le fait que dans la frondaison le groupe soit représenté à près de 98 % par une seule espèce, laquelle est très abondante, nous a permis une étude assez détaillée notamment en ce qui concerne le *sex ratio*, son évolution au cours de la saison et les variations selon les diverses zones de la frondaison.

D'une façon générale, les *Dolichopodidae*, nous l'avons vu dans la première partie et en particulier en ce qui concerne les *Chrysotus*, sont attirés par les zones les mieux ensoleillées ou tout au moins bien éclairées (voir figure 3) ; ainsi on les retrouve en grand nombre au sud, et ce durant toute leur période de vol, de juin à septembre.

La répartition est dans l'ensemble stable au cours de la saison et c'est au niveau de la journée que nous pouvons constarer ici un mouvement de faune en fonction de la course du soleil. Ces constatations ont été faites lors de piégeages effectués en juillet 1968, et à raison de six relevés par jour (voir paragraphe D «heures de vol» ci-après).

Nous constatons que l'activité de *Chrysotus* dans la partie basse est la plus importante le matin à l'est et à un degré moindre au sud, les captures au nord et à l'ouest étant alors insignifiantes ; puis, dans les périodes suivantes, les captures à l'est régressent très rapidement alors qu'au sud elles présentent un sommet au début de l'après-midi avant de régresser ; les captures à l'ouest et au nord finissent par dominer faiblement en fin de journée (figure 15). D'autre part, le pourcentage de *Chrysotus* dans le bas par rapport à la partie supérieure de la périphérie est plus important durant le début de la matinée (de 8 h 35 à 10 h 40) que durant la période de midi (de 10 h 40 à 12 h 45) :

soit bas : 43 %, haut : 57 % dans le premier cas
bas : 38 %, haut : 62 % dans le second cas.

Si nous considérons maintenant globalement les résultats obtenus pour la totalité des captures dans la périphérie, nous constatons que, au fur et à mesure que la journée s'avance, les captures dans les pièges est et nord accusent la chute la plus brutale (près de dix fois moins de captures le soir que le matin pour les pièges est). Ceci est exposé sur la figure 16.

Nous pouvons donc dire que les zones d'activité de ces insectes au cours de la journée varient en fonction de la position du soleil.

Quant à l'influence de la durée de l'ensoleillement global journalier sur la répartition azimutale, elle est relativement peu importante, ainsi que le montre la figure 17 ; tout au plus peut-on dire que lorsque celui-ci est faible il y a une tendance à ce que les différences de capture entre les quatre points cardinaux s'amenuisent. Quant à l'importance des vols au cours de la saison, elle suit une progression très régulière (figure 17) relativement peu affectée par les variations d'ensoleillement qui ont pourtant une action dominante par rapport à la température.

Fig. 15 – Évolution azimutale des vols de *Dolichopodidae* en fonction de l'heure
-A- dans la partie supérieure de la frondaison
-B- dans la partie inférieure.

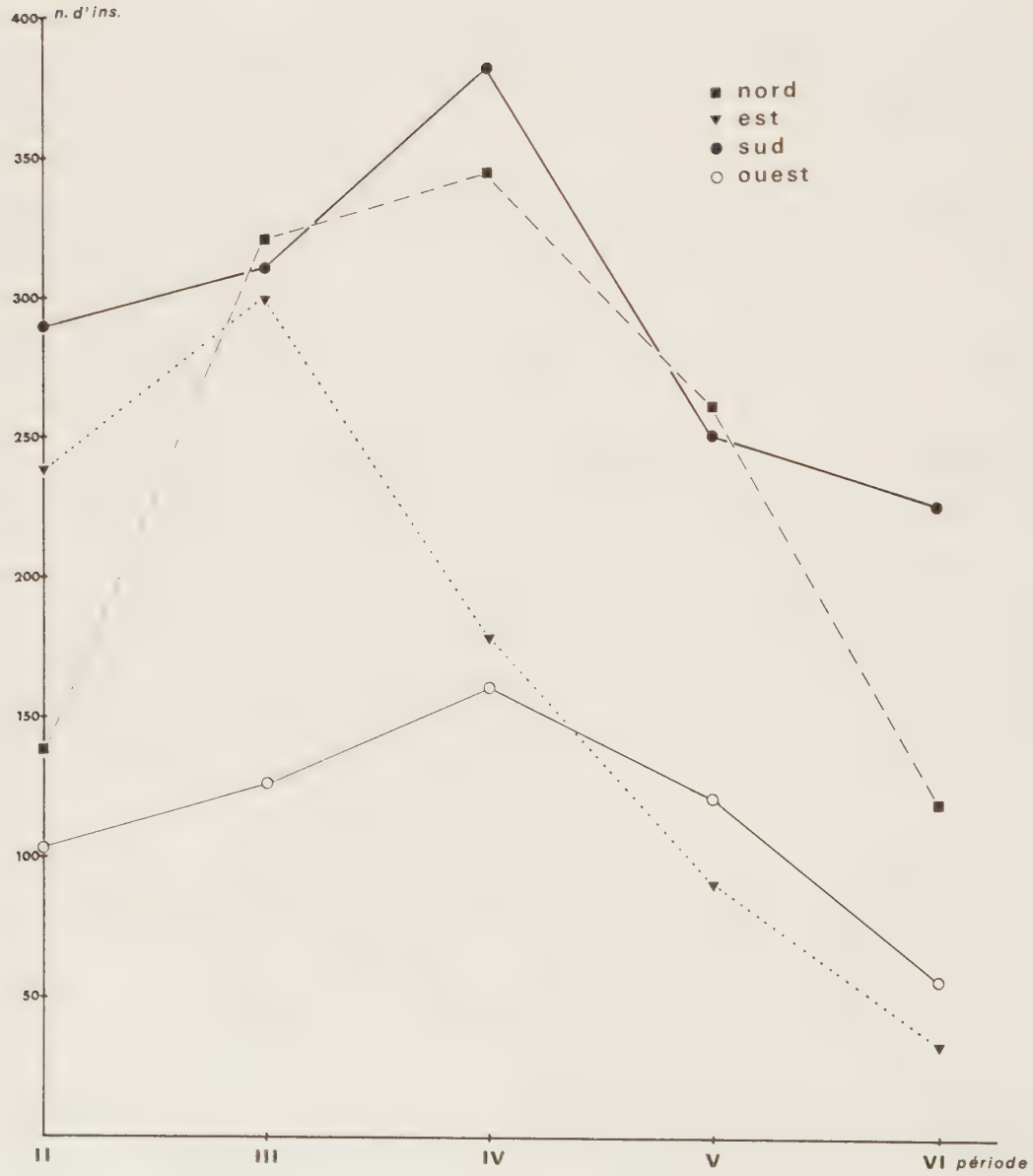


Fig. 16 – Évolution azimutale des vols de *Dolichopodidae* dans la frondaison en fonction de l'heure. (Les nombres concernent la totalité de la périphérie).

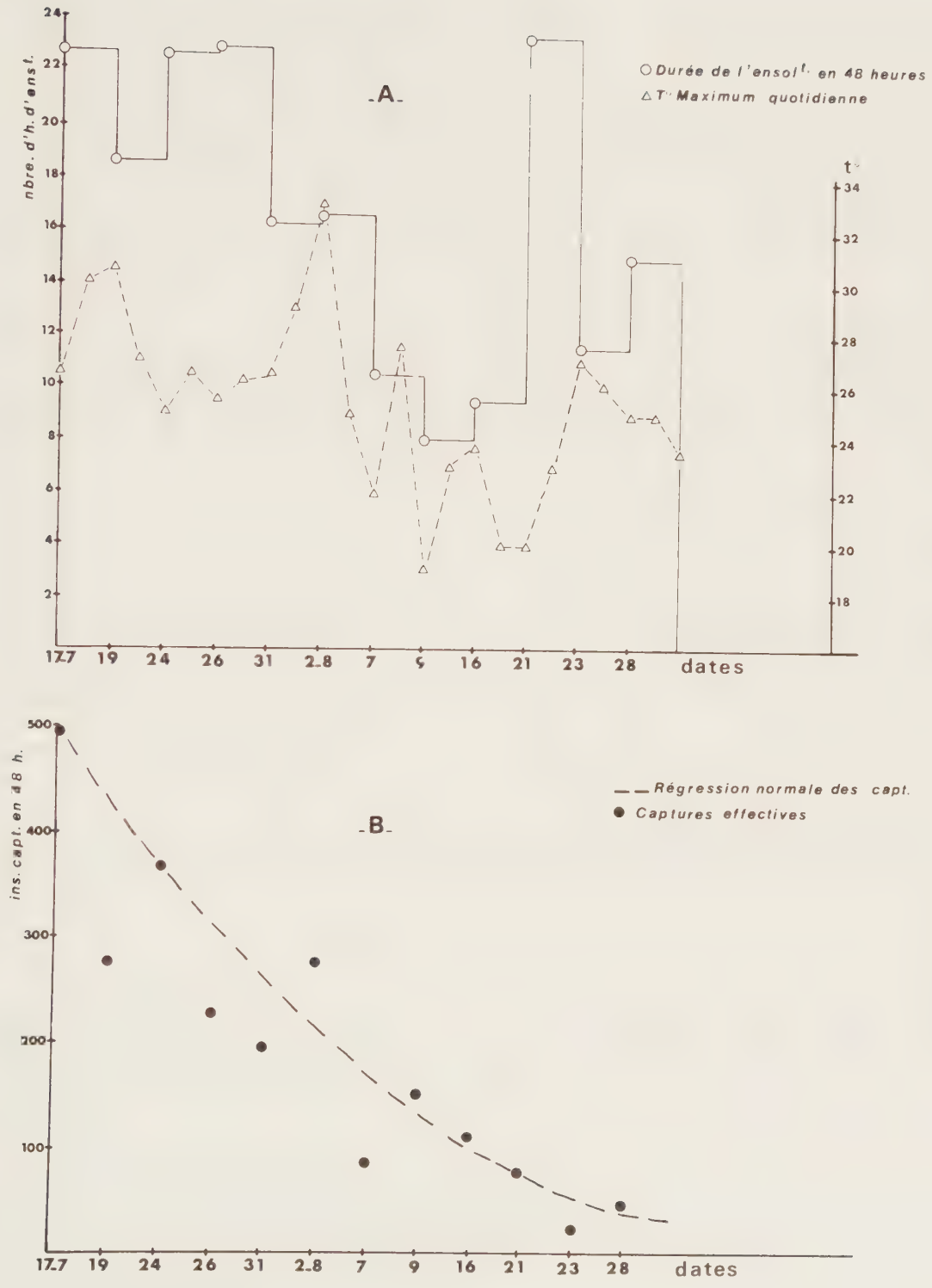


Fig. 17 – Action des facteurs climatiques (-A-) sur le vol des *Dolichopodidae* (-B-) dans la frondaison du pommier en 1967.

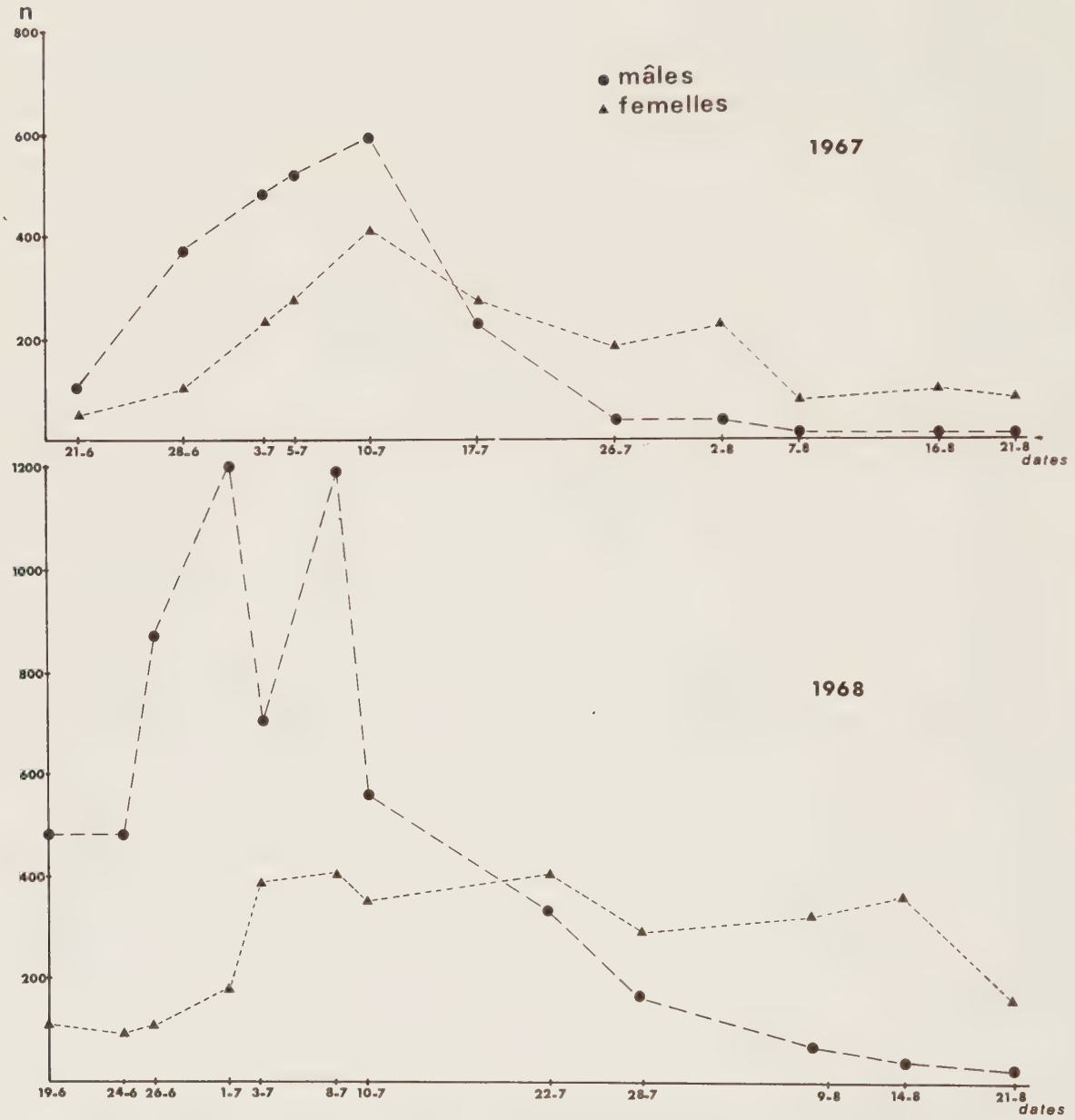


Fig. 18 – Évolution du *sex-ratio* chez *Chrysotus* (*Dolichopodidae*) pour la totalité de la frondaison du pommier en 1967 et 1968.

Sex ratio : les piégeages de 1967 avaient permis de capturer environ 7 200 *Dolichopodidae* dans la frondaison durant la saison. Une telle abondance nous a incité à reprendre les tris, pour cette année-là, ainsi que pour 1968, pour le genre *Chrysotus*, afin de séparer mâles et femelles, ce qui nous a permis de tracer la figure 18. En valeur absolue, les mâles sont capturés en beaucoup plus grand nombre que les femelles, ceci principalement pendant les mois de juin et juillet. On peut supposer, à la lecture de cette figure, que la recherche des femelles, en début de saison, incite les mâles à se déplacer considérablement puis, leurs investigations satisfaites, ils se déplacent de moins en moins et finissent par disparaître alors que

les femelles, plus soumises à la recherche de la nourriture pour la maturation de leurs œufs, ont un comportement beaucoup plus stable. Comme on peut le constater sur la figure 18, ce phénomène est constant d'une année à l'autre.

L'influence du *sex ratio* sur la répartition se manifeste surtout en ce qui concerne la répartition altitudinale. Nous avons exprimé en pourcentage, sur la figure 19, les différences de captures entre le haut et le bas pour les mâles (a) et pour les femelles (b) ; on remarque que les mâles sont tout au long de la saison plus fréquents dans la partie supérieure de la frondaison que dans la partie inférieure, même lors du déclin de leur pullulation qui se produit, rappelons-le, avant celui des femelles. Celles-ci, au contraire, ne présentent pas aussi nettement cette préférence pour la partie supérieure et même parfois se rencontrent en plus grand nombre dans la partie inférieure (les 28-7, 9-8 et 14-8).

Cette brève étude sur le *sex ratio* montre que ce facteur peut être important et permet de penser que la rareté des femelles dans les pièges à eau, parfois signalée par certains auteurs, ne signifie pas nécessairement absence d'attractivité pour celles-ci ; peut-être plus simplement s'agit-il de rareté à l'emplacement des pièges ; les femelles évoluent alors dans une partie différente du biotope. Les utilisateurs s'accordent d'ailleurs à admettre que ce type de pièges n'attire pas sur de grandes distances.

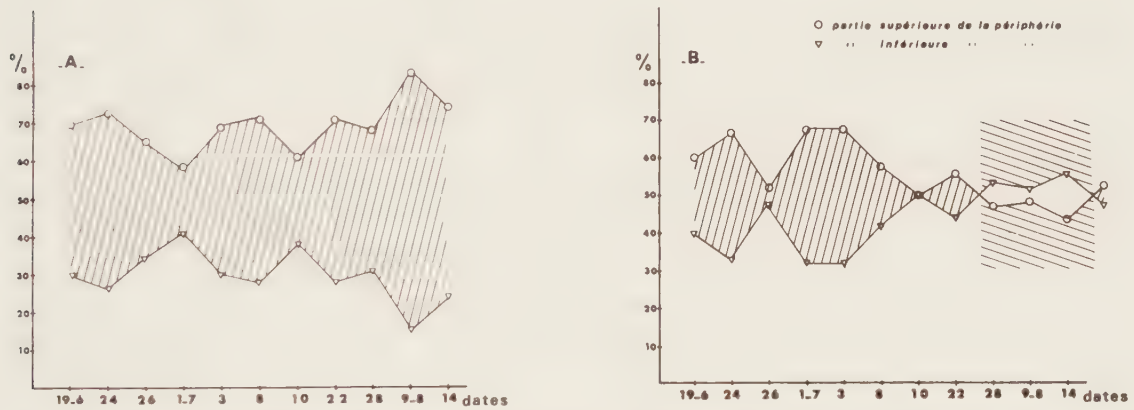


Fig. 19 – Comparaison (en pourcentage) de la répartition altitudinale chez les *Dolichopodidae* en fonction du sexe dans la périphérie de la frondaison en 1968. -A- chez les mâles, -B- chez les femelles.

Répartition des espèces dans le biotope

Dans la frondaison, c'est le genre *Chrysotus* qui est le plus abondant (à 98 % environ). On trouve quelques *Dolichopus sp.* et des *Sciopus platypterus* Fab. (ce dernier uniquement à l'ombre). A la suite des piégeages effectués en 1967 sur pommier et dans la prairie, des différences de répartition avaient donc été constatées. Nous avons ainsi cherché à définir quelles étaient les conditions écologiques préférentielles pour quelques genres ou espèces les plus communément rencontrés. Nous avons disposé des pièges en six endroits bien caractérisés du verger.

– **le piège 1** était placé au pied d'une haie d'ormes haute de 4 m près d'un tas de terreau couvert de végétation. Ce piège est à mi-ombre et reçoit surtout le soleil le matin. C'est celui où la plupart des espèces sont représentées ;

– **le piège 2** est placé sur le sol au milieu d'une végétation herbacée abondante, très ensoleillée et à quelque distance d'un buisson bas ;

– **le piège 3**, placé sous un pommier à frondaison épaisse, à terre, ne reçoit jamais le soleil, la végétation y est très clairsemée ;

– **le piège 4**, situé au pied d'une haie d'aubépine et de sureau noir, est exposé à l'ouest ; l'endroit est frais, le sol couvert en partie de mousses avec quelques herbes hautes (graminées, *Rumex*), cette partie ne reçoit que le soleil couchant ;

– **le piège 5** est placé à 1,50 m du sol sur le haut du tronc d'un poirier, la frondaison de l'arbre étant haute et très clairsemée, cette partie est donc très bien ensoleillée ;

– **le piège 6** est disposé au pied d'un cerisier, l'endroit reçoit peu de soleil, la végétation est clairsemée.

Le tableau suivant indique le nombre d'exemplaires capturés en totalisant dix journées de piégeage (juillet 1968) selon le dispositif décrit ci-dessus.

Tableau XVI

Répartition de quelques genres et espèces de *Dolichopodidae* en fonction des biotopes

Genre ou espèce	Numéro du piège					
	1	2	3	4	5	6
Micromorphus albipes (Zett.)	5	2	1	80	0	4
Dolichopus Latr.	22	63	5	14	10	0
Chrysotus Meig.	180	388	9	115	310	55
Sciopus platypterus (Fab.)	7	0	22	1	3	14

De ce tableau et des piégeages effectués en 1967, il ressort que :

- les *Dolichopus* sont héliophiles, surtout abondants sur les herbes et les buissons bas, ils ne s'élèvent guère dans les frondaisons, n'étant pratiquement jamais capturés au-dessus de 2 m de hauteur (expériences de 1967). Ils sont totalement absents dans les zones d'ombre. Plusieurs espèces ont ce même comportement.

- les *Chrysotus* sont héliophiles, ils se rencontrent cependant, bien qu'en moins grand nombre, dans les zones d'ombre ; ils sont capturés en aussi grand nombre au sommet d'un pommier de 5 m de hauteur que dans la prairie au ras du sol.

- *Sciopus platypterus* (Fab.) est une espèce nettement sciaphile ; ainsi, les pièges totalement à l'ombre ont capturé 22 et 14 insectes, les pièges bien ensoleillés 0 et 3 insectes, et ceux recevant partiellement le soleil, 7 et 11 insectes.

L'observation directe permet de constater sa présence sur les troncs et les branches, à l'ombre, où il est vraisemblable qu'il chasse de petits insectes. Il est assez abondant aussi sous les retombées d'arbustes.

- *Micromorphus albipes* (Zett.) n'a été trouvé en grand nombre que le long d'une haie à exposition ouest (piège 4). Il semble que la présence de *Micromorphus* soit ici liée à la couverture végétale autant qu'à l'exposition ; peut-être cet insecte trouve-t-il des proies bien particulières sur les mousses. *Micromorphus* n'a été capturé qu'au niveau du sol et très peu dans des endroits franchement ensoleillés.

- enfin, des piégeages effectués en mai ont révélé que *Porphyrops communis* Meig. évolue surtout dans la partie inférieure des arbres, sur les buissons bas et la prairie, dans les parties ensoleillées ou à mi-ombre.

- les *Medeterinae*, dont certains sont connus pour être prédateurs de larves de Scolytes sont peu capturés par les plateaux colorés. Ils évoluent en particulier sur les parois verticales, murs, troncs.

Pour ce qui est des autres genres et espèces capturés au cours de ces séries de piégeages, le nombre d'individus collectés est trop faible pour que l'on puisse préciser leur répartition avec certitude.

LES HEURES D'ACTIVITÉ DE VOL

Le repérage des heures de vol a donné lieu à une expérimentation particulière ; durant le mois de juillet 1968, nous avons entrepris de piéger en fractionnant la journée en six périodes. Pour des raisons pratiques, le piégeage débutait à 19 h pour finir à la même heure le lendemain, ce qui donnait :

- 1ère période, de 19 h à 8 h 35, le lendemain ;
- 2ème période, de 8 h 35 à 10 h 40 ;
- 3ème période, de 10 h 40 à 12 h 45
- 4ème période, de 12 h 45 à 14 h 50
- 5ème période, de 14 h 50 à 16 h 55 ;
- 6ème période, de 16 h 55 à 19 h.

Cette expérimentation a été conduite pendant huit jours ; il fallait en effet éviter les erreurs de comparaison par modification éventuelle de la faune et bénéficier de conditions atmosphériques favorables et identiques pour obtenir des échantillons suffisamment importants et valables.

La figure 20 donne une idée générale des captures pour les principales unités éthologiques retenues (en abscisse la durée de chaque période). En raison de la période choisie, les principaux groupes étudiés ont été les *Chalcidoidea* et *Proctotrypoidea*, les *Anthomyiidae*, le groupe des *Calliphoridae - Muscidae - Sarcophagidae*, les *Dolichopodidae*, les Thysanoptères et les Microlépidoptères.

La comparaison des captures entre le pommier et la prairie en fonction des heures de piégeage a fourni aussi des éléments. Nous avons d'ailleurs déjà vu ci-avant que les résultats laissent pressentir des mouvements de faune, en fonction de la course du soleil, autour de la frondaison (pour le cas des *Dolichopodidae* qui, seuls, ont été capturés en quantité suffisante pour permettre l'appréciation de ce phénomène).

Chalcidiens et Proctotrypoides

Ceux-ci, bien que très voisins biologiquement, montrent des comportements inverses en ce qui concerne le rythme d'activité.

En effet, si l'on considère uniquement la période diurne, 25 % des Chalcidiens et 18 % des Proctotrypoides sont capturés aux alentours de 14 h pour 8 % et de 18 h pour 29 % tandis que le soleil décline ; ceci rejoint les conclusions de M. ROTH (1970) qui capture surtout les Proctotrypoides dans le couvert de la végétation herbacée, dans la journée. Ainsi, ceux-ci ne quitteraient le couvert végétal qu'à partir de 17 ou 18 h (figure 21).

Anthomyiidae

Ces insectes, contrairement aux autres Thécostomates, volent relativement peu le matin et les vols vont en s'intensifiant à partir du début de l'après-midi ; ils atteignent leur maximum entre 17 h et 19 h avec 31 % du total des captures pour la prairie et 21 % du total pour la frondaison du pommier (fig. 22).

Il est à noter ici l'importance numérique de ces insectes dans la prairie par rapport à la frondaison (tableau XVII).

Calliphoridae–Muscidae–Sarcophagidae

Ces insectes sont relativement plus abondants dans la frondaison et volent surtout en début de matinée ; ainsi, 26 % du total pour le pommier et 54 % pour la prairie sont capturés entre 8 h 30 et 10 h 30 le matin.

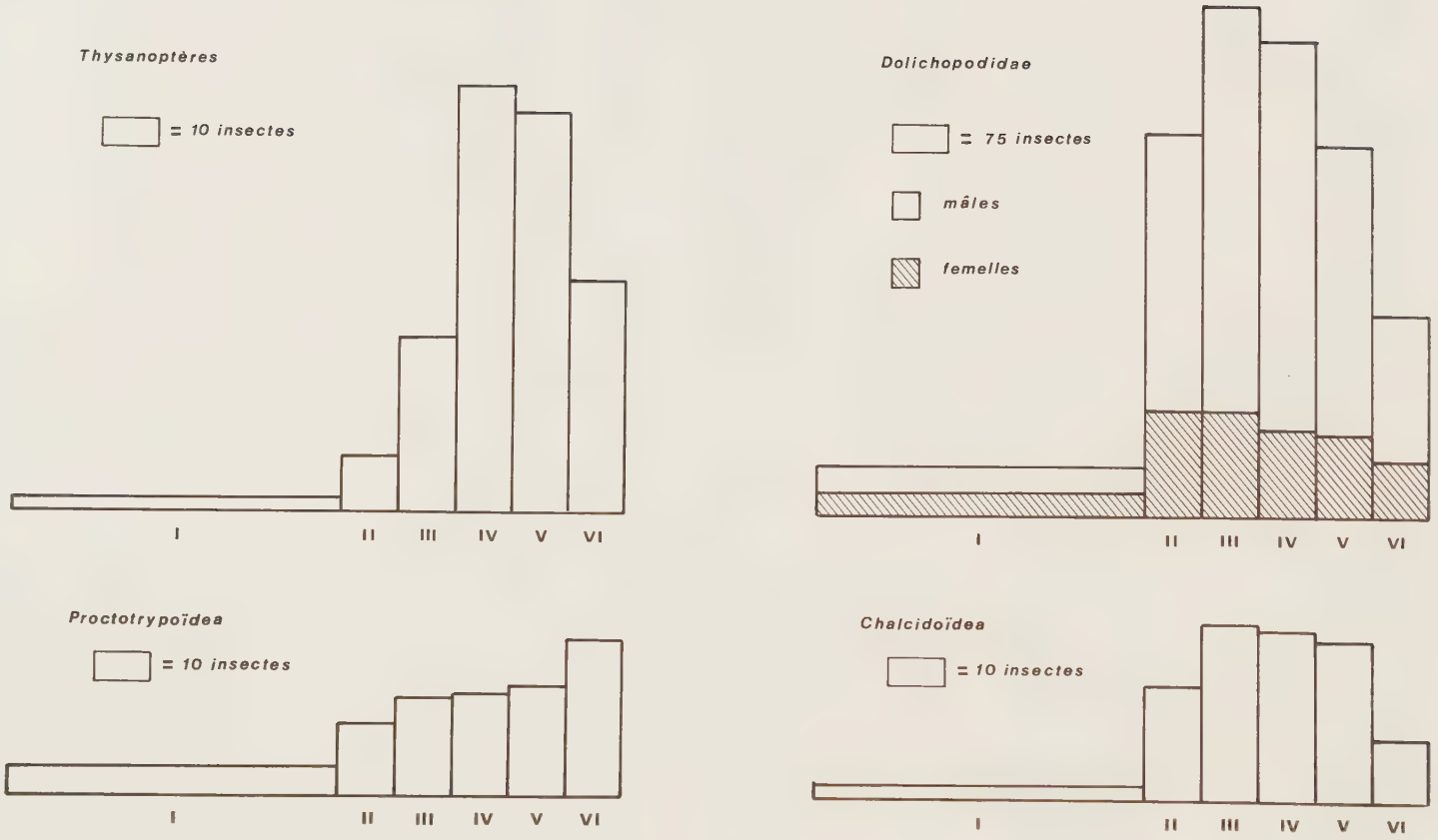


Fig. 20 – Comparaison des captures en fonction des périodes de piégeage horaires dans la frondaison du pommier en juillet 1968 pour différents groupes. (L'intensité des captures est donnée en surface).

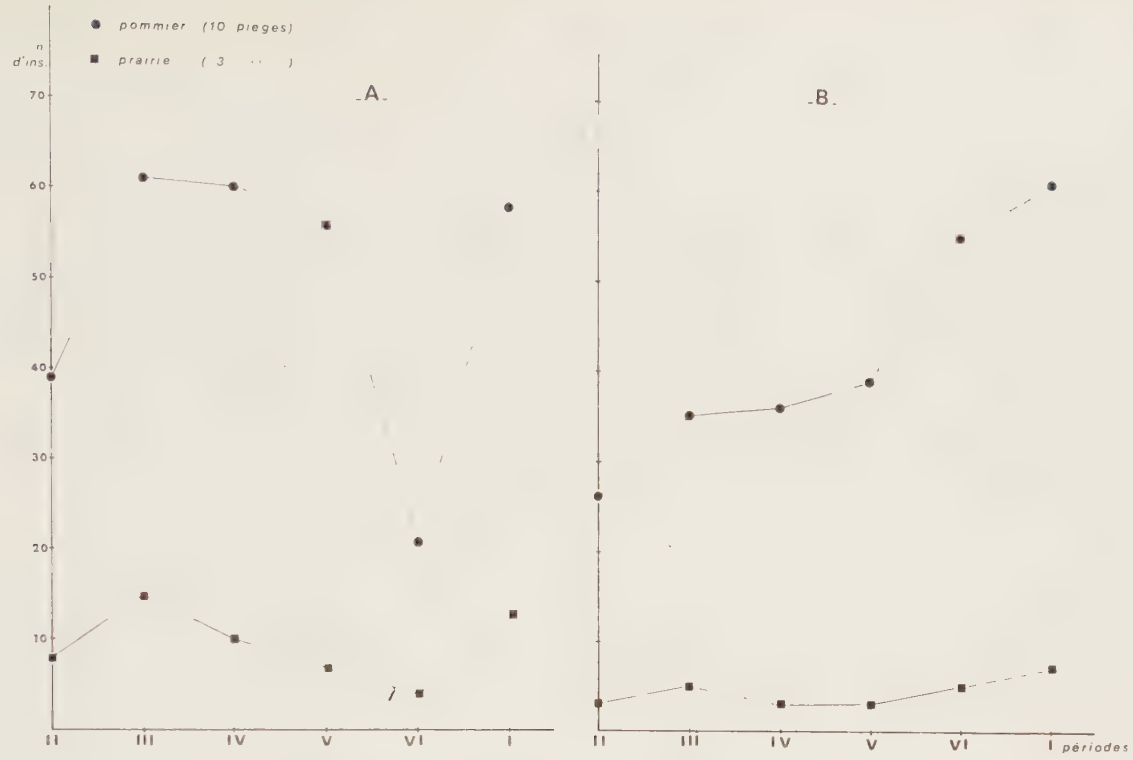


Fig. 21 – Comparaison des heures d'activité entre les *Chalcidoidea* (-A-) et les *Proctotrypoidea* (-B-) dans la frondaison et dans la prairie.

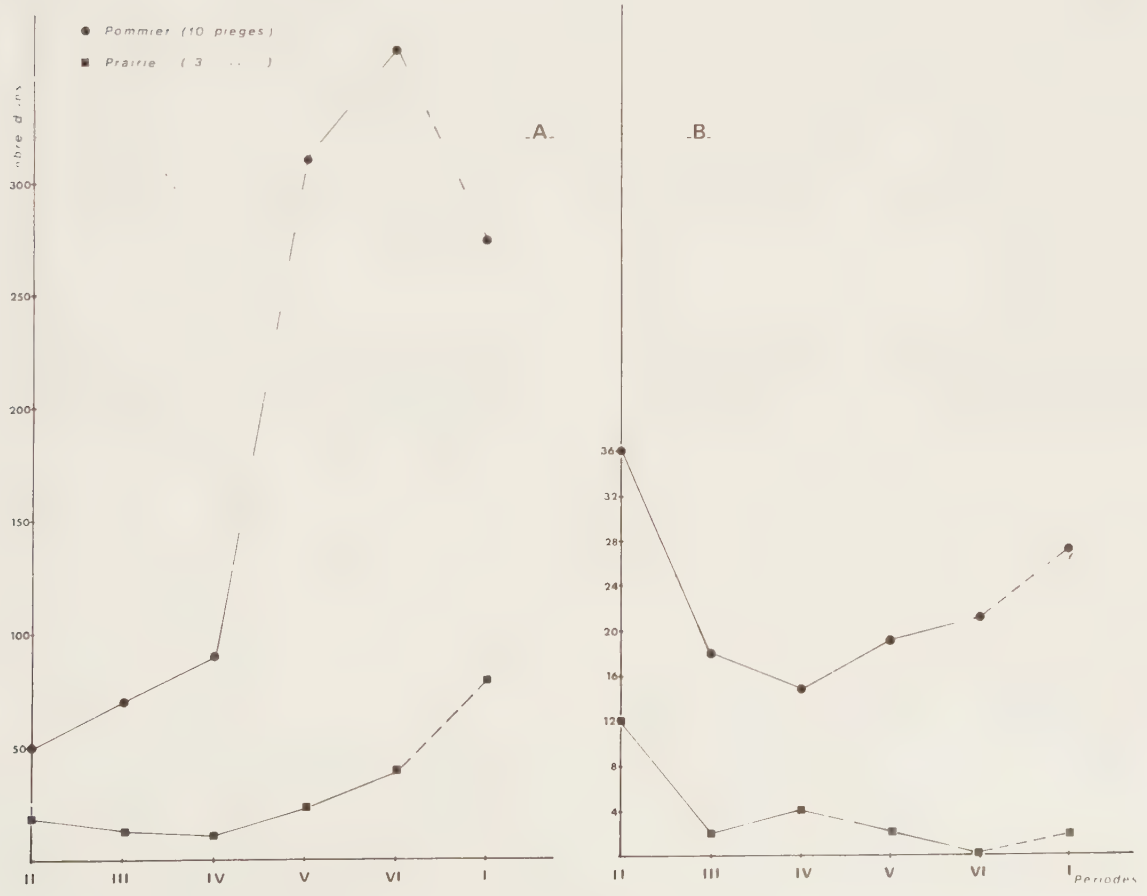


Fig. 22 – Comparaison des horaires d'activité entre les *Anthomyiidae* et les *Calliphoridae* (*s.l.*) dans la prairie et dans la frondaison en 1968.

Tableau XVII

Comparaison des heures de vol chez différentes unités éthologiques entre la frondaison du pommier et la prairie
(P. : périodes de captures, Pom. : frondaison du pommier, Pr. : prairie)
Il s'agit ici de captures globales fournies par l'ensemble des pièges.

Chalcidoidea		
P.	Pom.	Pr.
I	58	13
II	39	8
III	61	15
IV	60	6
V	56	7
VI	21	4

Proctotrypoidea		
P.	Pom.	Pr.
I	61	7
II	26	3
III	35	5
IV	36	3
V	39	3
VI	55	5

Dolichopodidae				
P.	Pommier		Prairie	
	♀	♂	♀	♂
I	358	396	17	26
II	279	740	11	55
III	278	1078	8	60
IV	224	1048	2	27
V	210	781	11	14
VI	151	388	2	5

Call. + *Muscidae*		
P.	Pom.	Pr.
I	27	2
II	36	12
III	18	2
IV	15	4
V	19	2
VI	21	0

Anthomyiidae		
P.	Pom.	Pr.
I	75	272
II	17	44
III	13	67
IV	11	89
V	22	315
VI	36	361

Microlépidoptères		
P.	Pom.	Pr.
I	61	7
II	2	0
III	0	0
IV	1	0
V	3	0
VI	1	0

Thysanoptères		
P.	Pom.	Pr.
I	33	6
II	20	9
III	61	17
IV	153	33
V	143	32
VI	82	7

Dolichopodidae

Pour les *Dolichopodidae* dont les chiffres de captures sont importants, nous considérerons en premier lieu le rapport des captures mâles/femelles (fig. 23 et tableau XVII). Pendant la période diurne, les femelles volent d'une façon presque constante toute la journée et le vol matinal est proportionnellement plus important que chez les mâles dont la période maximum de vol est décalée par rapport à celui des femelles.

Les proportions restent assez comparables pour les piégeages faits en prairie, bien que le nombre d'insectes capturés soit très nettement inférieur. Les *Dolichopodidae* n'étant pas particulièrement inféodés à l'arbre (c'est d'ailleurs la même espèce principale qui évolue dans la prairie), nous aurions pu penser que ceux-ci deviendraient progressivement plus abondants dans les pièges placés dans la prairie en fin de journée.

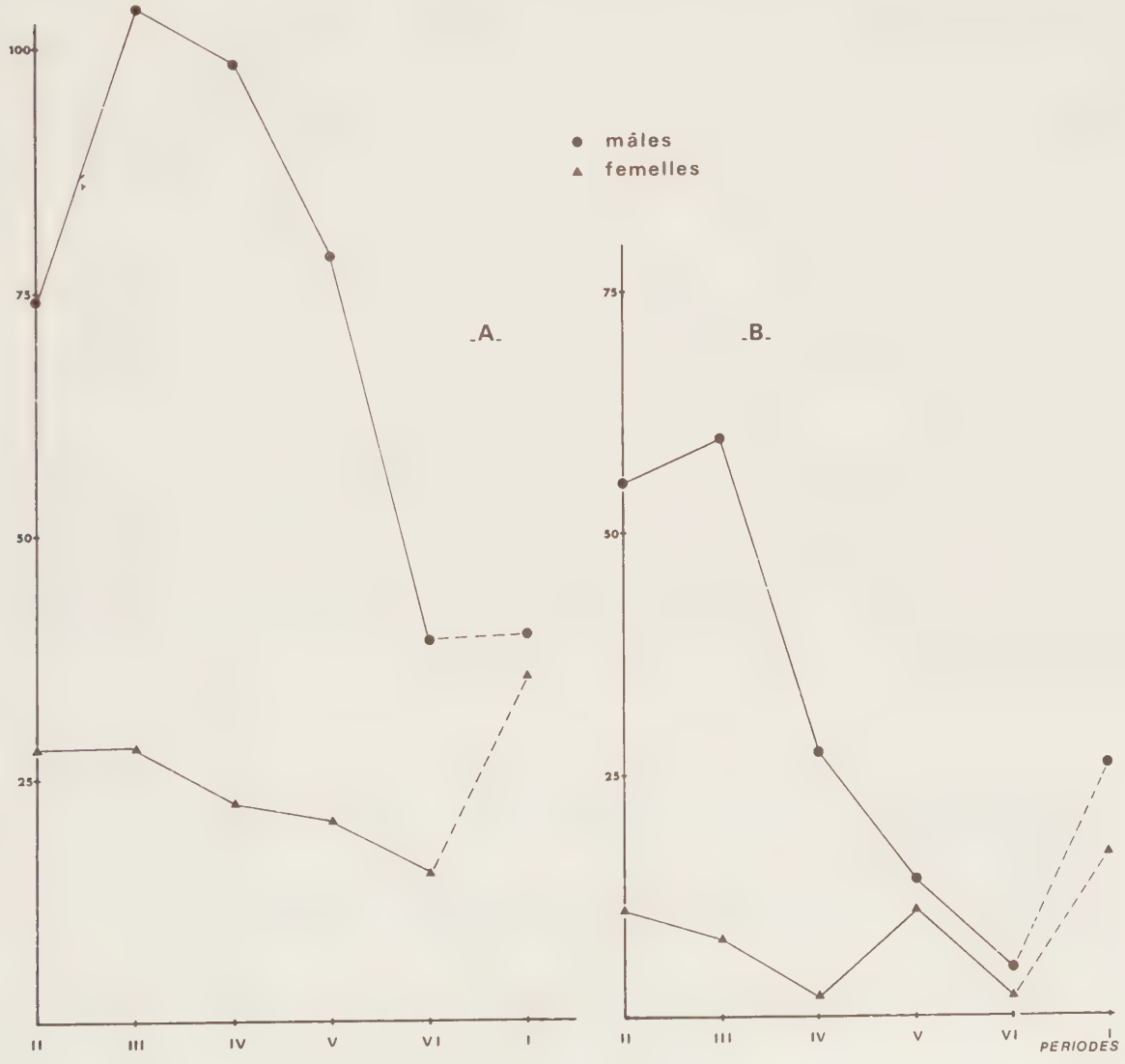


Fig. 23 – Comparaison des heures d'activité dans la frondaison (-A-) et dans la prairie (-B-) pour les mâles et femelles de *Dolichopodidae* du genre *Chrysotus*.

Or, il n'en est rien et si, sur le total des captures nocturnes, 94,5 % de celles-ci viennent de la frondaison du pommier, la période diurne comprise entre 10 h et 12 h 45 (période III) révèle un pourcentage presque identique de 95,2 %.

Ainsi, quel que soit le moment de la journée, c'est toujours la même proportion d'insectes qui évoluent dans l'arbre par rapport au milieu herbacé. Nous étions tenté de penser qu'il pouvait se produire des micromigrations dans la frondaison en fonction de la course du soleil. Cette hypothèse n'a été que très partiellement confirmée pour ce qui concerne le haut de la frondaison ; il y a, sinon migration, du moins chute rapide des captures au nord et à l'est à partir de 15 h alors qu'au sud et à l'ouest, ces captures restent pratiquement constantes jusqu'en fin de journée (figure 16).

Tableau XVIII

A. Pourcentage des femelles en fonction de chaque période par rapport au total de celles-ci. Mêmes éléments pour les mâles.
B. Pourcentage de mâles par rapport aux femelles en fonction de chaque période.

A

P.	Frondaison	
	femelles	mâles
II	24,5 %	18,5 %
III	24 %	27 %
IV	19,5 %	26 %
V	19 %	19 %
VI	13 %	9,5 %
total	100	100

B

P.	Frondaison			
	femelles	mâles		
II	24,8 %	75,2 %	=	100
III	19,7 %	80,3 %	=	100
IV	17,1 %	82,9 %	=	100
V	20,5 %	79,5 %	=	100
VI	29 %	71 %	=	100

Il est à noter que nous nous trouvons ici en période de pullulation des mâles, ce qui explique que, en ce qui concerne le tableau XVIII B le pourcentage de ceux-ci par rapport à celui des femelles est toujours supérieur. Le fait important est donc ici uniquement l'augmentation progressive du pourcentage des mâles par rapport aux femelles au fur et à mesure que la journée s'avance, puis la régression relative de ceux-ci en fin d'après-midi ; aussi nous ne pouvons dire que les femelles ont un comportement de vol beaucoup plus constant tout au long de la journée (voir figure 23 qui exprime différemment le même fait en tenant compte aussi de la période nocturne : aube + nuit + crépuscule).

Thysanoptères

Ceux-ci présentent un décalage dans l'activité maximum de vol d'environ deux heures par rapport aux *Dolichopodidae* et même quatre heures lorsque l'on considère uniquement les périodes d'activité des femelles de ces derniers.

Les pics de captures se situent en effet avec netteté entre 13 h et 17 h : 65 % des captures diurnes sont effectuées à cette période de la journée, et la progression se répartit comme suit pour la journée :

- Période II : 4,4 %
- Période III : 13,3 %
- Période IV : 33,3 %
- Période V : 31 %
- Période VI : 18 %

Cette progression des captures est identique dans le milieu herbacé (figure 24).

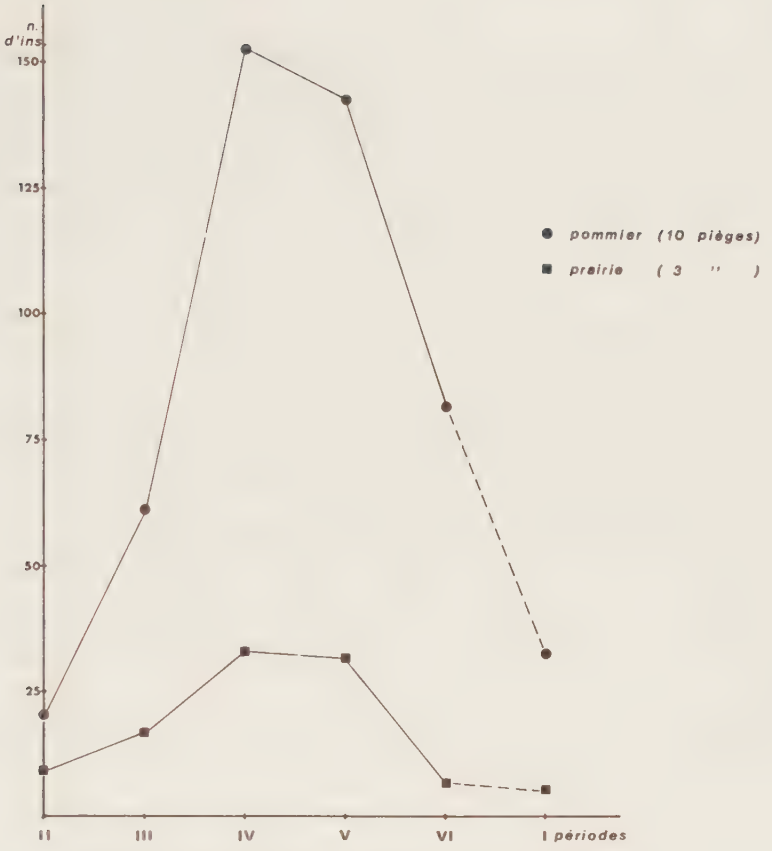


Fig. 24 – Horaires d'activité des Thysanoptères dans la frondaison du pommier et dans la prairie en 1968.

Microlépidoptères

Nous ne dirons qu'un mot des Microlépidoptères dont la capture par les plateaux colorés est assez aléatoire. Signalons néanmoins qu'ils ont été capturés à raison de 89 % pendant la période crépusculaire et nocturne (période I). Il s'agissait presque uniquement de Tordeuses.

DISCUSSION

La frondaison du pommier s'est révélée être un milieu extrêmement riche du point de vue de la faune entomologique ; l'application du piège coloré à ce type de milieu a permis des résultats qui illustrent bien la notion de population opérationnelle montrant ainsi que, de même que dans la strate herbacée, la distribution des insectes est fonction des exigences particulières à chaque groupe.

Différents facteurs influent sur la répartition dont le principal nous a semble être d'une façon générale l'héliophilie (ou la sciaphilie) des insectes, la partie interne de l'arbre étant un excellent refuge contre le rayonnement solaire.

Cette répartition peut être homogène ou inégale selon les différentes zones azimutales ou altitudinales et rester stable au cours de la saison ou encore varier au cours de celle-ci, c'est évidemment une question d'espèce.

La distribution et l'intensité des vols peut se modifier sous l'influence de variations de la durée de l'ensoleillement ; d'ailleurs la présence dans la zone sud d'une plus grande abondance d'insectes, en particulier pour certaines unités éthologiques, semble s'expliquer par la recherche d'un réchauffement maximum de la part des insectes. L'ensoleillement a, dans ce cas, un rôle complémentaire, par rapport à la température de l'air, très important ainsi que l'a montré ROTH (1970) «...dans les pays tempérés, il faut compter au moins autant avec l'irradiation solaire qu'avec la trop classique «température de l'air sous abri». Tout objet exposé au soleil est évidemment plus chaud que l'air ambiant et le déclenchement de l'activité des insectes est très lié à cette chaleur radiante...»

De même, le potentiel électrique atmosphérique semble avoir une importance dans le comportement de la faune comme l'a supposé LEPOINTE dans son étude (non publiée) sur l'arbre résineux.

Au-delà des facteurs microclimatiques, dont l'analyse fine serait d'un haut intérêt mais demanderait des moyens matériels importants, se situent des causes biotiques liées, le plus souvent, à des comportements spécifiquement différents à l'intérieur d'un même groupe éthologique et systématique.

Nous avons pu mettre en évidence un certain nombre d'exemples à ce propos. Le *sex ratio* peut aussi accuser des modifications comme nous l'avons montré pour les *Dolichopodidae* du genre *Chrysotus*.

Mais l'étude de ces variations pourrait, on le conçoit, entraîner fort loin et ne peut rentrer dans le cadre d'une étude limitée. Ce problème a d'ailleurs été évoqué par ROTH (1970) et KRIZELJ et VERSTRAETEN (1971).

Nous espérons cependant que cette étude de la répartition pourra dans l'avenir aider ceux qui se proposent d'échantillonner dans un milieu arborescent.

III
ÉTUDE DE L'ENTOMOFAUNE DU VERGER « NATUREL »

INTRODUCTION

Dans ce chapitre, il est traité de l'aspect général de l'entomofaune du verger «naturel». Les insectes intéressant particulièrement le pommier ont fait l'objet d'observations spéciales et seront présentés comme faisant partie d'un vaste ensemble biocœnotique et écologique indissociable.

Il n'était évidemment pas possible d'identifier toutes les espèces rencontrées mais la plupart de celles qui présentaient un intérêt réel, soit par le fait qu'elles aient une action directe ou indirecte sur la végétation du pommier, soit par leur grand nombre ou, au contraire, leur rareté, ont été déterminées.

Ceci nous a amené à présenter l'entomofaune étudiée selon les niveaux trophiques : étude des phytophages, des entomophages parasites et prédateurs et enfin des insectes apparemment indifférents mais dont beaucoup selon toutes apparences ont un rôle d'hôtes, de proies, ou de prédateurs intermédiaires dans les chaînes trophiques.

Plusieurs méthodes ont été utilisées pour recenser qualitativement et quantitativement le peuplement.

Le résultat des piégeages par plateaux colorés a évidemment été à la base de nos captures en ce qui concerne les Diptères et Hyménoptères, les *Typhlocybidae* et les Psylles, dont les périodes de vol au cours de la saison ont pu être quantifiées d'une façon relative (voir chapitre II). Les piégeages de la première année ont mis en évidence la présence d'un certain nombre de Coléoptères et Hétéroptères et permis leur localisation dans le temps. Ces constatations ont été complétées par de nombreux frappages (inspirés de la méthode STEINER), d'une part pour vérifier les indications quantitatives fournies par les plateaux colorés, d'autre part pour obtenir des groupes non capturés par les plateaux, tels les Lépidoptères récoltés à l'état de chenilles et mis en élevage dans un double but : reconnaissance de l'espèce et récolte de parasites.

Le frappage a également fourni des indications beaucoup plus complètes en ce qui concerne les Hétéroptères. Nous n'avons, bien entendu, pas négligé l'observation directe qui, dans de nombreux cas, a permis le recoupement des renseignements fournis par les pièges.

Cette analyse du peuplement mettant en évidence la présence active de certains ravageurs (Lépidoptères, notamment), la rareté de certains autres (Aphidiens), nous a conduit à nous préoccuper de l'état sanitaire des fruits produits dans de telles conditions naturelles de végétation (en 1969 et 1970). Les résultats seront exposés dans la dernière partie de ce chapitre.

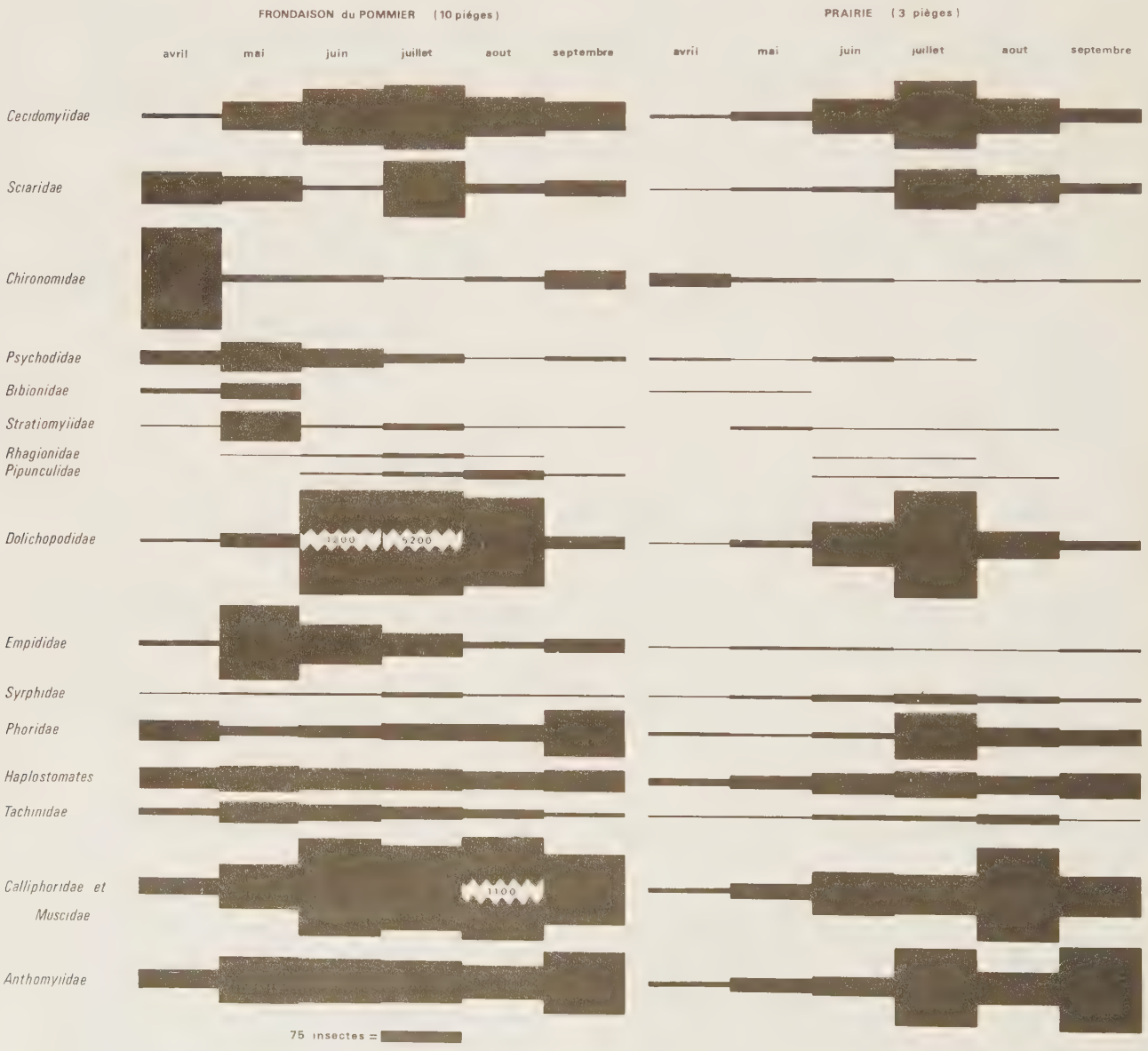


Fig. 25 Évolution comparée des captures pour les principales familles de Diptères dans la frondaison du pommier et dans la prairie, à raison de 9 séries de piégeage de 48 h chacune par mois.

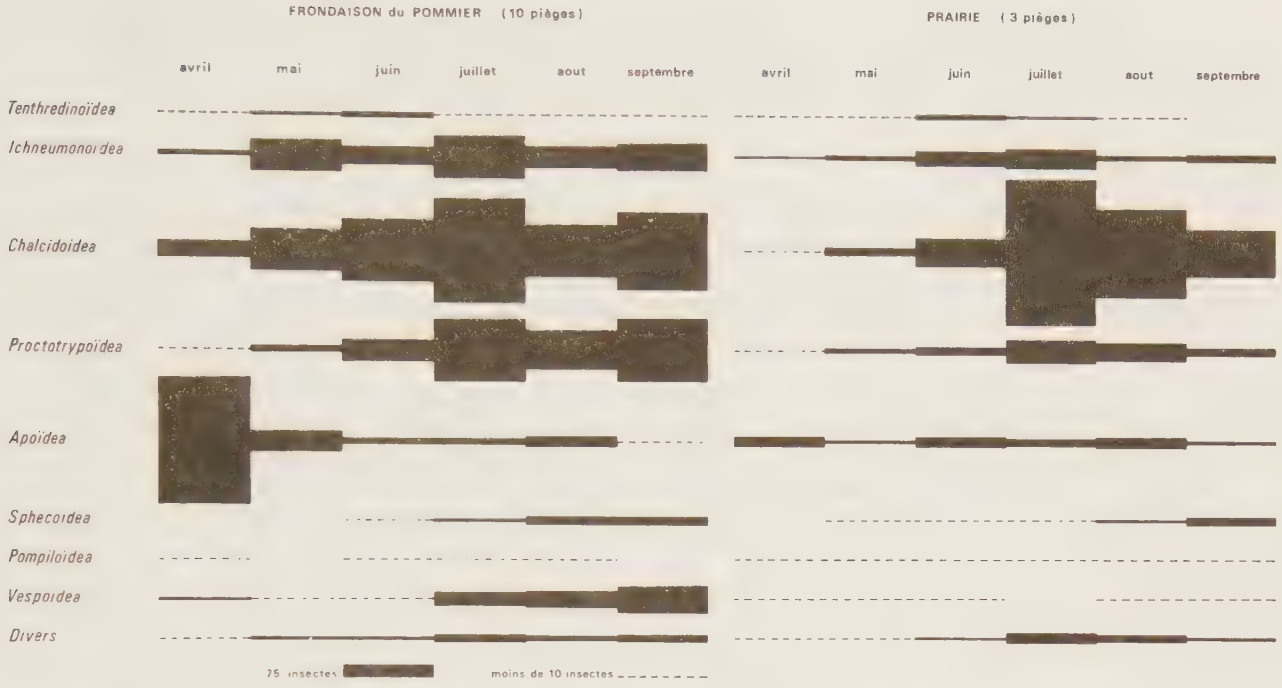


Fig. 26 Évolution comparée des captures pour les principales superfamilles d'Hyménoptères dans la frondaison du pommier et dans la prairie, à raison de 9 séries de piégeage de 48 h chacune par mois. (Les «divers» comprennent les *Chrysidae, Bethylidae, Dryinidae, Formicoidea,* ces groupes ayant été assez peu capturés).

L'ENTOMOFAUNE

LES CONSOMMATEURS PRIMAIRES

LÉPIDOPTÈRES

L'étude des Lépidoptères a porté presque uniquement sur les espèces vivant aux dépens du pommier. Les identifications ont été faites par P. RÉAL et P.J. CHARLES.

Leur collecte a été faite principalement en mai, période pendant laquelle la plupart se trouvent à l'état larvaire, par la méthode du frappage (voir détails paragraphe Hétéroptères) ou la récolte à vue. Les chenilles récoltées étaient mises en élevage dans des cagettes soit individuelles, soit collectives.

Pour 1970, année où les récoltes de chenilles ont été les plus abondantes, nous avons pu dresser le tableau XIX concernant l'importance relative des différentes espèces à l'état de chenilles. Les résultats exposés ne permettent pas d'extraire des pourcentages de population rigoureux mais donnent une idée générale de l'importance de chaque espèce, ainsi pourra-t-on dire que les Cheimatobies sont très abondantes, pratiquement indemnes de parasites et dépassent le seuil de tolérance admis par les agronomes (BAGGIOLINI, 1968).

Dans l'interprétation de ces résultats, nous devons tenir compte de ce que certaines espèces résistent assez bien au frappage, *Spilonota ocellana*, par exemple ; les *Eupista*, adhérant aux feuilles, ont dû être uniquement récoltés à vue.

Noctuidae

Neuf espèces vivent sur le pommier, parmi celles-ci *Calymnia pyralina* S.V., dix fois plus abondante que *C. trapezina* dont nous n'avons relevé que quelques exemplaires chaque année. A noter un cannibalisme très net chez *C. trapezina* même lorsque les meilleures conditions d'élevage sont offertes (ce fait est déjà signalé dans «Lépidoptères du globe» par A. ZEISS), à tel point qu'il n'est pas exclu que ce fait se produise dans la nature.

Les *Calymnia* sont parasités par le *Tachinidae Eumea westermanni* Zett. (J. d'AGUILAR, déterminateur) et un *Ichneumonidae*. En 1970, quelques chenilles de *C. pyralina* sont mortes en élevage de virose cytoplasmique (contrôle fait par G. BIACHE, INRA La Minière). *Agrotis putris* L. et *Conistra vaccinii* L. ont été récoltés en 1967 en un seul exemplaire ; *C. vaccinii* L. a été repris en 1969 mais pas en 1970 malgré l'intensité de nos récoltes. Ce sont donc deux espèces rares dans ce verger, du moins sur pommier.

Trois chenilles de *Brachionycha sphinx* Hufn. mises en élevage ont été tuées par une bactériose

Monima stabilis S.V., *M. incerta* Hufn., *Meganephria oxyacantae* L., dont les imagos émergent en mars suivant, sont rares : de 1 à 6 chenilles récoltées selon l'espèce ; seul, *M. stabilis* était parasité par *Eumea westermanni* et un *Phoridae.*

Lymantriidae

Deux espèces : *Orgyia antiqua* L. et *Porthesia chrysorrhea* L. sont peu représentées.

Lasiocampidae

Une espèce, *Malacosoma neustria* L. ; quelques chenilles ont été récoltées chaque année, elles étaient parasitées en 1970 par un *Aspilota sp.* (*Braconidae*).

Geometridae

Ils sont représentés par dix espèces : *Operophtera brumata* L. est de loin le défiolateur le plus abondant et, sur plus de 200 chenilles élevées en 1970, deux seulement étaient parasitées, l'une par *Apanteles rubripes* Hal., l'autre par un *Phoridae* indéterminé. Il y a donc très peu de parasitisme.

Erannis defoliaria Cl., dont la biologie est la même, est par contre rare ; nous l'avons trouvé pour la première fois en 1970 (3 chenilles).

Plemyria bicolorata Hufn. a été abondante en 1967 et 1969, mais semble s'être raréfiée en 1970.

Chloroclystis rectangulata L. est une espèce assez constante chaque année et, bien que plusieurs dizaines de chenilles aient été élevées, nous n'en avons pas obtenu de parasites. Quelques rares *Gymnoscelis pumilata* Hb. ont été recensés. La chenille de celui-ci est polyphage alors que *Ch. rectangulata* L. nuit parfois au pommier en détruisant les boutons à fleurs.

Signalons que deux chenilles indéterminées de *Geometridae* étaient parasitées respectivement par un Chalcidien (polyembryonnie) qui a été trouvé en 1967 et 1970 et par une *Tachinidae* dont nous n'avons

Tableau XIX

Nombre de chenilles capturées sur pommier en avril-mai 1970
et indication de la présence ou de l'absence de parasitisme.

	nombre récolté	parasitisme
Calymnia pyralina	30	+
Calymnia trapezina	5	–
Brachionycha sphinx	3	+
Monima incerta	2	–
Monima stabilis	6	+
Meganephria oxyacantae	1	–
Orgyia antiqua	2	–
Porthesia chrysorrhea	2	–
Malacosoma neustria	11	+
Operophtera brumata	221	+
Erannis defoliaria	3	–
Plemyria bicolorata	2	–
Chloroclystis rectangulata	11	–
Gymnoscelis pumilata	2	–
Phigalia poedaria / *Lycia hirtaria*	6	–
Theria rupricapraria / *Alsophila aescularia*	7	+
Erannis aurantiaria	1	–
Hyponomeuta malinellus	2 colonies	–
Eupista hemerobiella	15 à 20	+
Eupista anatipenella	5 à 10	+
Spilonota ocellana	19	+
Hedya nubiferana	24	+
Cacoecia rosana	11	+
Pandemis heparana	4	
Eucosma profundana	5	
Archips rosanus F. splendanus	3	
Archips podanus	3	

pu obtenir l'imago. Les autres espèces n'ont été recueillies qu'en 1970, en très petit nombre et ont pu échapper à nos investigations les années précédentes. Il s'agit de *Theria rupricapraria* S.V., dont les chenilles vertes sont assez semblables à celle de la Cheimatobie. Sur sept exemplaires, deux ont été parasités par un *Ichneumonidae Ophioninae*. Les imagos obtenus de ces deux espèces sont des mâles. Nous avons aussi obtenu quatre chenilles de *Phigalia poedaria* F. et *Lycia hirtaria* Cl., dont la femelle est aptère, les imagos de ces deux espèces émergent vers février et les chenilles sont caractérisées par des protubérances sur certains segments, et une seule chenille de *Erannis aurantiaria* Hb. ayant donné une femelle microptère. Ces trois espèces n'étaient pas parasitées.

Tineoidea

Nous avons trouvé deux colonies d'*Hyponomeuta malinellus* Zell., en 1970. Il n'y en avait pas lors des années précédentes. Les deux colonies, récoltées quelques jours avant la nymphose, n'étaient pas parasitées.

Ayant récolté des feuilles minées, nous avons obtenu *Recurvaria leucatella* Cl. (*Gelechiidae*). Il y avait très peu de feuilles attaquées.

Signalons ici l'absence totale de *Carcina quercana* F. ; cet *Oecophoridae*, dont la chenille est polyphage, a été trouvé en abondance sur pommier dans un verger de même type dans la région de Gisors par P.J. CHARLES (comm. pers.).

Eupistidae

Deux espèces ont été trouvées : *Eupista hemerobiella* Scop. et *E. anatipennella* Hb., en petit nombre. *E. hemerobiella* est parasité par *Orgilus punctulator* Nees. et *Apanteles albipennis* Nees. (Hym. *Braconidae*). Ce dernier parasite est signalé sur *Scrobipalpa ocellata* Boyd. (la teigne de la betterave) et *Archips xylosteanus* L. (tordeuse polyphage sur ligneux), (*in* BALACHOWSKY, 1966) ; un parasite seulement a été obtenu sur une quinzaine de chenilles élevées. *Apanteles sicarius* Marsh. a été obtenu de *Eupista anatipennella.*

Citons la capture au plateau coloré d'une vingtaine (pour 1967) de *Synanthedon myopiformis* Borkh. La chenille de cet *AEGERIDAE* se développe surtout dans les grosses branches et les troncs des pommiers, elle semble s'attaquer de préférence aux arbres âgés, máladifs, dans la région méditerranéenne et les dégâts sont très limités en Europe tempérée (P. RÉAL et A.S. BALACHOWSKY, 1966).

Nous n'avons pas relevé la présence de *LYONETIIDAE* ; *Lyonetia clerkella* L. est pourtant assez répandu, sans être remarquablement nuisible, dans la région parisienne. Quelques *Lithocolletis sp.* (*GRACILLARIDAE*) ont été trouvés.

Tortricoidea

C'est le groupe le plus important avec 13 espèces sur pommier dans ce verger : *Spilonota ocellana* F., la tordeuse rouge des bourgeons est assez polyphage mais s'attaque surtout au pommier ; elle est très commune dans le verger et occasionne quelques dégâts aux boutons floraux, mais son action est limitée dans une assez forte proportion par un *Ichneumonidae Pimplinae, Glypta* (?) *fractigena*, et à un degré moindre, par un *Braconidae* : *Meteorus confinis. Glypta fractigena* a été retrouvé souvent dans les plateaux colorés.

Autre *Tortricoidea* important : *Hedia nubiferana* Haw., la tordeuse verte des bourgeons qui est certainement, dans ce verger, un des défoliateurs les plus importants après la Cheimatobie ; elle est parasitée, ainsi que *Archips rosanus* L. par *Macrocentrus abdominalis* F., et *Macrocentrus thoracicus* Nees. (*Braconidae*) et par *Pristomerus vulnerator* (*Ich. Ophioninae*) à près de 10 % (évaluation sur quelques dizaines de chenilles pour 1970).

Parmi les autres espèces de tordeuses, nous trouvons : *Pandemis heparana* Den. et Schiff., *P. ribeana* Hb., *Eucosma profundana* Schiff., *Archips podanus* Scop. et *Archips rosanus* forme *splendanus* Sorh., beaucoup moins nombreuses que les précédentes. *Archips xylosteanus* L. a été trouvé uniquement en 1969. Enfin, très rares sont *Rhopobota naevana* Hb., *Ditula angustiorana* Hw., *Ptycholoma lecheanum* L., et *Peronea rhombana* Den. et Schiff. dont nous n'avons obtenu parfois qu'un exemplaire ou deux et qui n'ont été trouvés que lors des récoltes de 1970.

CHARLES (1968), étudiant un préverger de Normandie, a recensé 13 espèces de tordeuses s'attaquant ou susceptibles de s'attaquer au pommier, et, pour 8 espèces obtenues par prélèvements de rameaux de pommiers, 38 % du total des chenilles étaient constitués de *Hedya nubiferana* Haw. ; dominance un peu différente donc dans un verger de même type, puisque ici *Spilonota ocellana* présente un taux d'infestation à peu près semblable (voir tableau XIX).

Beaucoup de ces tordeuses défoliatrices occasionnent quelques dégâts aux fruits en fin de maturité, pouvant ainsi nuire à leur conservation et à leur bonne présentation. Sans avoir méthodiquement prospecté les autres essences mêlées, mais en moins grand nombre, aux pommiers, nous avons pu constater la rareté et même l'absence de chenilles de Tordeuses sur ces essences (Poiriers, Pruniers, Cerisiers).

Laspeyresia pomonella L., le Carpocapse, est évidemment présent. Son élevage, demandant des techniques particulières, n'a pas été entrepris ; nous ne connaissons donc pas ses parasites mais les dégâts sur fruits ont été quantifiés dans le paragraphe «incidence de l'entomofaune sur la productivité».

Discussion

Les prélèvements ayant été faits en plusieurs fois, c'est-à-dire à différents stades d'évolution des chenilles, il n'est pas possible de quantifier le taux de parasitisme avec certitude, certaines chenilles vraisemblablement étaient trop jeunes au moment de la récolte pour être parasitées. Les Lépidoptères ravageurs les plus importants sont la Cheimatobie et le Carpocapse et, à un degré moindre, la Tordeuse verte ; beaucoup d'espèces restent très limitées en nombre chaque année, quelques-unes ne sont pas retrouvées certaines années.

Le parasitisme est élevé pour certaines espèces, peu élevé pour d'autres. Des élevages beaucoup plus importants auraient été nécessaires pour apporter plus de précision à ce propos.

A la liste des parasites spécifiques ou subspécifiques il convient d'ajouter pour finir la prédation par les oiseaux, notamment les mésanges (que nous avons pu observer extrayant les chenilles de leur abri végétal), les *Miridae*, les Chrysopes, certains Thysanoptères, abondants dans le verger et dont la prédation sur les œufs est signalée ; nous n'avons pas observé personnellement ce fait. Cependant, certains *Miridae* en élevage acceptent de se nourrir de jeunes chenilles (voir paragraphe Hétéroptères).

Le nombre impressionnant des espèces de ravageurs évoluant dans ce verger, mais dont l'importance quantitative est limitée par les auxiliaires (et peut-être d'autres facteurs), nuit relativement peu, en définitive, à la végétation et à la productivité comme nous le verrons plus loin.

D'autre part, les résultats chiffrés nécessitent une certaine souplesse d'interprétation. En effet, un nombre égal de chenilles d'*Eupistidae* n'auront pas la même incidence sur la végétation qu'un nombre égal de *Tortricidae*.

De même, deux colonies d'Hyponomeutes, qui peuvent représenter de cinquante à quatre-vingts individus, ont de plus fortes chances d'être détruits par les parasites et les oiseaux du simple fait de leur concentration qu'un nombre égal de chenilles d'autres espèces réparties dans toute une frondaison.

COLÉOPTÈRES

Nous examinerons les familles de Coléoptères qui sont directement liées à la végétation du pommier.

C'est ici surtout le frappage et l'observation directe qui ont permis cette étude ; cependant, le plateau coloré a mis en évidence les périodes de vol les plus actives dans plusieurs cas, en particulier en ce qui concerne les floricoles et les foreurs de rameaux.

Curculionidae

C'est une famille très riche en espèces. Parmi les captures faites, vingt-deux espèces ont été identifiées par H. PERRIN (Museum, Paris). Parmi celles-ci, sept effectuent leur cycle sur les rosacées ligneuses et par conséquent le pommier.

Il s'agit de :

- *Anthonomus pomorum* L., strictement inféodé au pommier. Durant nos quelques années d'observations, cette espèce n'a jamais pullulé ; à titre d'exemple, des comptages faits en 1970, sur un arbre, ont donné 0,5 à 1 % de fleurs atteintes. On peut donc considérer qu'il agit comme régulateur, très modeste, de la production. De trop rares récoltes n'ont pas permis de déceler de parasites.
- *Anthonomus pyri* Kollar, bien qu'il ne s'attaque pas au pommier (obtenu par frappage sur les poiriers, il y est d'ailleurs très rare).
- Les espèces de *Magdalis* : *M. barbicornis* Lat., *M. ruficornis* L., *M. cerasi* L. ont été fréquemment capturées par les plateaux colorés (parfois jusqu'à 20 individus par 48 h de piégeage, en 1967) de fin avril à juillet. Il semble qu'ils soient assez abondants dans ce verger comprenant quelques arbres dépérissants qui favoriseraient leur développement. Leurs dégâts sont similaires à ceux des Scolytes mais généralement de moindre importance.

Citons aussi les Rhynchites, que nous placerons ici pour des raisons de commodité, mais qui sont, en fait, des *ATTELABIDAE.* On en compte trois espèces : *Rhynchites* (= *Coenorhinus*) *aequatus* L. qui pond dans les fruits ; *Rhynchites* (= *Haplorhynchites*) *coeruleus* De Geer qui se développe dans les jeunes pousses ; *Rhynchites* (= *Coenorhinus*) *pauxillus* Germar. qui pond dans les feuilles ou les jeunes pousses.

Toutes ces espèces ont été capturées sensiblement en nombre égal ; elles se prennent au plateau coloré en mai-juin, mais relativement peu, et moins encore en juillet. Des morsures cicatrisées ont été observées en octobre sur fruits mais surtout sur une des variétés (voir le paragraphe «incidence de l'entomofaune sur la productivité»).

Citons aussi la présence de *Balaninus nucum* L. Plusieurs individus ont été trouvés, fin mai, sur feuillage et BONNEMAISON (1953) signale précisément que les *Balaninus*, avant de migrer sur les noisetiers, se rassemblent sur les arbres fruitiers vers la fin du mois de mai, se nourrissant de la pulpe des jeunes fruits.

Cerambycidae

Tetrops praeusta L. effectue son développement larvaire dans l'extrémité des rameaux de pommier, poirier et autres essences et peut nuire aussi à la fructification. Il est à supposer que, dans le cadre de ce verger, les populations de cette espèce se maintiennent à un taux modeste, il y a en effet peu de rameaux attaqués. Ils sont cependant capturés en quantité notable pendant la durée des vols (jusqu'à une dizaine en une série de piégeage) avec les plateaux colorés.

Quelques *Liopus nebulosus* L. ont été recueillis au frappage et rarement au plateau coloré.

Clytus arietis L., très polyphage, et *Leptura nigra* L. ont été capturés aussi, en quelques exemplaires, tous en juin.

Buprestidae

Anthaxia nitidula L., nuisible aux rosacées arborescentes, et *Agrilus angustulus* Ill. sont les seules espèces capturées, en très petit nombre il est vrai, en mai-juin, par les plateaux colorés. Pour mémoire citons ici la présence de *Anthaxia manca* F. qui s'attaque à l'orme.

Scolytidae

Ruguloscolytus rugulosus Müll., polyphage sur rosacées ligneuses, peut s'attaquer aux arbres sains mais aussi et surtout aux arbres présentant des signes d'affaiblissement. Ici, sa présence est assez limitée et ce ne sont que quelques individus qui ont été capturés soit au piège, soit au frappage, de fin juin à juillet surtout.

TENTHREDINOIDEA

Les Tenthrèdes ont été identifiées par H. CHEVIN (INRA). Elles composent 0,9 % du total des Hyménoptères capturés dans la frondaison du pommier en 1967 et 1,6 % du total capturé dans la prairie ; elles sont donc relativement moins nombreuses dans la frondaison.

On peut penser que les pièges colorés sont relativement peu attractifs pour ces insectes, il est néanmoins prudent d'admettre que sur un même territoire la grande masse des Hyménoptères est surtout composée de Chalcidiens et Proctotrypoïdes. Ces pourcentages de captures correspondent de toute façon à ceux obtenus par P.J. CHARLES et H. CHEVIN (1971) en forêt de Fontainebleau et dans un préverger de Normandie, avec le même type de piège.

Trente-deux espèces en vingt-quatre genres ont été recensées. Il y a absence totale de *Hoplocampa testudinea* L., l'Hoplocampe du pommier, dans nos piégeages et il y a lieu de supposer que cette espèce n'existe pas dans ce verger, l'examen des fruits n'ayant pas permis d'en relever traces.

L'espèce la plus abondante est *Tenthredo mesomelas* L. ; c'est d'ailleurs une espèce polyphage, elle a surtout été capturée courant mai, et fréquente volontiers les frondaisons d'où nous l'avons obtenue également en grand nombre par frappage.

Plusieurs espèces ont été capturées en un seul exemplaire. Certaines espèces vivant sur divers rosacées, il était normal qu'elles puissent se retrouver sur pommier :

- *Pamphilus sylvaticus* L. sur *Crataegus, Prunus, Sorbus ;*
- *Allantus cinctus* L., *A. cingulatus* L. sur *Rosa, Fragaria ;*
- *Caliroa cerasi* L. sur rosacées en général ;
- *Cladius pectinicornis* Geoff. sur *Rosa, Fragaria ;*
- *Priophorus pilicornis* Curtis sur *Crataegus ;*
- *Pristiphora ruficornis* Ol. sur *Tilia, Crataegus.*

HÉTÉROPTÈRES PHYTOPHAGES

Le premier recensement des Hétéroptères a été obtenu par les plateaux colorés en 1967 et a permis de recueillir 442 adultes, les larves n'étant que rarement capturées et uniquement au hasard des chutes (la figure 27 montre l'échelonnement des captures au cours de l'année).

Il s'agissait là aussi bien de ravageurs (par ailleurs fort peu nuisibles) que d'entomophages.

Les insectes ayant été identifiés, des frappages normalisés ont été effectués ultérieurement pour mettre en évidence les périodes d,évolution de chaque espèce et compléter éventuellement l'inventaire. Le détail de l'expérimentation et les résultats seront exposés plus loin.

Treize espèces, d'abondance très variable et de présence parfois accidentelle, ont été déterminées (Pr J. CARAYON, Museum Paris). Des élevages ont été entrepris pour contrôler le régime alimentaire

des espèces les plus abondamment représentées ; en effet, si, parmi les *Miridae*, la plupart sont phytophages, il en est dont le régime est mixte, d'autres qui sont tout à fait carnassières.

C'est dans le but d'apporter des précisions à ce sujet que nous avons mis en élevage les cinq espèces les plus communément rencontrées dans notre verger. Les milieux suivants ont été adoptés pour chacune de ces espèces et peuplés de larves jeunes prélevées dans la nature :

- Pommier seul (1) ;
- Pommier infesté de Pucerons (*Aphis pomi* et *Dysaphis plantaginea*) ;
- Armoise infestée de Pucerons (2) ;
- Lierre infesté de Pucerons (2).

Fig. 27 – Évolution du vol des *Miridae* et *Anthocoridae* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Les cages d'élevages renfermant les plantes étaient en polystyrène cristal, soit prismatiques, de 25 x 13 x 8 cm, avec les deux plus grandes faces entièrement grillagées, pour les élevages collectifs, soit ovales de 11 cm dans le plus grand diamètre, pour les élevages d'insectes isolés.

L'hygrométrie était maintenue à un niveau correct par l'évaporation naturelle des plantes et l'apport d'un pilulier rempli d'eau et fermé par un morceau de coton hydrophile.

Les pommiers étaient maintenus en végétation dans des pots à fleurs classiques, les cages étant posées sur le pot et tenues en place par deux baguettes. Les pommiers porteurs de Pucerons étaient infestés quelque temps avant la mise en élevage des Punaises.

Le lierre et l'armoise infestés de Pucerons étaient des plantes prélevées directement dans la nature. Elles n'étaient pas replantées, l'extrémité des tiges baignant simplement dans un récipient d'eau.

---

(1) Les pommiers étaient de jeunes porte greffe East-Malling IX de végétation faible supportant bien la végétation en pots.

(2) Ces deux plantes ont été choisies car elles portent des Pucerons en abondance et sont très éloignées botaniquement du pommier.

Les insectes ont été mis en élevage dès le premier ou le deuxième stade larvaire, à partir du moment où les espèces étaient différentiables et les essais ont été pratiqués sur quelques dizaines d'insectes de chaque espèce.

Il ressort de ces expériences que seulement deux espèces de *Miridae* se développaient parfaitement sur pommier seul et ne prêtaient aucun intérêt aux proies offertes.

Il s'agit de *Charagochilus gyllenhali* Fall. et *Monosynnama nigritula* Zett. ; il apparaît d'ailleurs qu'elles sont, dans ce biotope du moins, inféodées au pommier. Elles n'ont, en effet, pas été récoltées sur d'autres plantes (1).

Il est évident que cette définition de régime n'est pas absolue du fait que nous n'avons pas tenté d'obtenir le cycle vital complet de ces insectes, mais elle permet de définir leur action générale sans préjuger d'éventuels actes de prédation pour satisfaire à des nécessités physiologiques momentanées.

En ce qui concerne les frappages, ceux-ci ont été uniformisés comme suit afin de tenter une quantification relative des espèces :

– Quelques arbres ont été choisis pour leur morphologie ou leur exposition,
  . un arbre de port étalé à végétation saine et aérée ;
  . un arbre de faible développement à brindilles nombreuses ;
  . une haie de jeunes pommiers exposée plein sud.

A chaque série de frappages, quinze branches étaient frappées d'environ 5 à 8 coups énergiques. Le réceptacle était un fauchoir de grandes dimensions (60 cm de diamètre et 70 cm de profondeur). La totalité de la récolte était déversée dans une vaste boîte contenant un produit anesthésiant puis triée immédiatement pour éviter le dessèchement et la perte des petits insectes. Les Hétéroptères étaient séparés et triés ultérieurement à l'espèce. Les frappages étaient toujours effectués en fin de matinée entre 11 et 12 h.

Les résultats sont exposés dans le tableau XX où, pour la commodité de la présentation, ont été regroupés les résultats provenant des trois arbres différents. Un examen détaillé de ces résultats, arbre par arbre, montrerait nettement que *Monosynnama nigritula* était 4,3 et 2,4 fois plus abondant dans la haie de pommiers à exposition sud que dans l'un et l'autre des pommiers dans lesquels les prélèvements étaient faits au hasard dans toute la couronne de l'arbre. Cette différence est beaucoup moins marquée sinon inexistante pour les autres espèces.

Les frappages antérieurs au 15 mai n'étant pas comparables quantitativement (nombre de branches échantillonnées variable, etc.) ne sont pas utilisés dans le tableau ci-dessous. Il en est de même pour les frappages de septembre et d'octobre pour lesquels les insectes recueillis sont peu abondants et surtout représentés par des *Anthocoris nemorum*, quelques rares *Orius minutus* et *Deraeocoris lutescens* dont nous parlerons lors de l'étude des entomophages.

Dans la rubrique «divers» du tableau XX ci-dessous se placent des *Nabidae*, quelques *Heterotoma meriopterum* et *Psallus sp.* ainsi que quelques autres espèces de *Miridae* indéterminées.

Signalons ici que *Charagochilus gyllenhali* est parasité par un hyménoptère *Braconidae* : *Euphorus pallidipes* Curt. La larve de ce parasite est jaune verdâtre et occupe la totalité de la cavité abdominale de son hôte ; elle sort juste avant la mue imaginale de celui-ci et tisse un cocon blanc.

---

(1) Les seules informations précises que nous ayons trouvées au sujet de la plante-hôte de *Charagochilus gyllenhali* concernent les Rubiacées (*Galium*) et dans certains cas *Pinus sylvestris*. *Monosynnama nigritula* (=*M. bohemanni* : JOSIFOV, 1961) n'est connu que comme se trouvant sur *Salix*. Or, manifestement, ces deux espèces pondent aussi sur pommier et s'y développent jusqu'au stade imaginal.

Les adultes du Braconide éclosent entre le 15 et le 20 avril suivant (pour 1971) dans les conditions naturelles d'élevage. Leur survie en élevage (nourris d'eau miellée) est de près de un mois et correspond au temps d'apparition des larves de *Charagochilus gyllenhali*. Cette espèce n'a donc qu'une génération annuelle.

C'est le seul parasite qui ait été recueilli sur les Hétéroptères dans nos élevages.

Parmi les espèces «rares», signalons la présence de *Pantilius tunicatus* F., phytophage vivant principalement sur Noisetier, Bouleau, Noyer, et *Calocoris schmidtii* F. sur divers arbres et arbustes à feuillage, notamment *Rhamnus*, Frêne, Orme (KULLENBERG, 1944). Leur présence sur pommier est certainement accidentelle.

Tableau XX

Résultat des frappages pour l'année 1970 concernant les espèces phytophages

Dates :		15-5	26-5	1-6	5-6	12-6	19-6	26-6	27-7	12-8
Charagochilus	L	31	41	36	22					
gyllenhali	IP			3	25	35	9	6		
Monosynnama	L			22	47	54	15			
nigritula	IP					4	47	28	3	
Divers	L			5	5	4	5	21	13	2
	IP						1	7	8	

HOMOPTÈRES

Les Aphidiens

Les Pucerons ailés en particulier sont bien capturés par les plateaux colorés et nous en avons capturé un grand nombre d'espèces tant dans la frondaison qu'au niveau de la prairie. Leur diversité et la difficulté à les identifier nous ont conduit à nous intéresser uniquement à ceux qui se développent sur pommier.

Eriosoma lanigerum Hausm. est peu représenté et presque uniquement sur des pommiers de variété rainette où cet insecte a provoqué des chancres. Le Chalcidien *Aphelinus mali* Hald. est présent et doit concourir à limiter l'extension de ce puceron. De nombreuses études ont été consacrées à cet auxiliaire introduit en 1920, et BONNEMAISON (1965) lui a attribué une efficacité insuffisante dans les conditions culturales classiques ; il est vraisemblable que, ici, les autres auxiliaires participent à la limitation du puceron.

Aphis pomi De Geer. présente en début de saison des colonies pratiquement sur tous les pommiers du verger, jusqu'à quelques dizaines d'individus sur certains rameaux, mais celles-ci sont décimées rapidement par les auxiliaires ainsi que *Disaphis plantaginea* Pass. qui, en 1968 notamment, parvint à constituer quelques colonies importantes de plusieurs centaines d'individus sur une haie de jeunes pommiers à exposition sud. Les colonies furent détruites rapidement et il nous a été possible de recenser un grand nombre d'auxiliaires sur quelques colonies au mois de mai : des larves de Cécidomyies (*Aphidoletes aphidimyza*), des larves de *Coccinellidae*, de *Syrphidae*, des *Miridae* (*Deraeocoris lutescens* Sch. : adultes, *D. olivaceus* F. : larves), ainsi que des *Anthocoridae* (*A. nemorum* L. et *Orius minutus* L.).

Visible encore en 1969, *Disaphis plantaginea* n'a pas été retrouvé en 1970.

Le puceron vert migrant, *Rhopalosiphum incertum* Walk. n'est remarquable que pendant les vols migratoires en septembre-octobre qui ont donné lieu à des piégeages spectaculaires. Sa présence au printemps est discrète.

Signalons ici que lors de l'examen de la production, nous n'avons retrouvé aucun fruit déformé par des piqûres de pucerons. Lorsque l'on sait les dégâts que peuvent accomplir les pucerons lors de l'installation des jeunes vergers traditionnels si les traitements sont négligés, on conçoit l'importance que peut prendre en tant que réservoir à auxiliaires un tel biotope.

Les Typhlocybidae

Ils sont représentés par trois espèces dans la frondaison.

Typhlocyba rosae L. présente un maximum de pullulation dans la deuxième quinzaine de juin, *Erythroneura flammigera* Geof. apparaît dès fin avril mais est moins abondant, il reste cependant capturé en très faible nombre durant tout l'été.

Des *Empoasca*, plus rares, ont aussi été capturés. La figure 28 donne l'évolution générale du peuplement en *Typhlocybidae*.

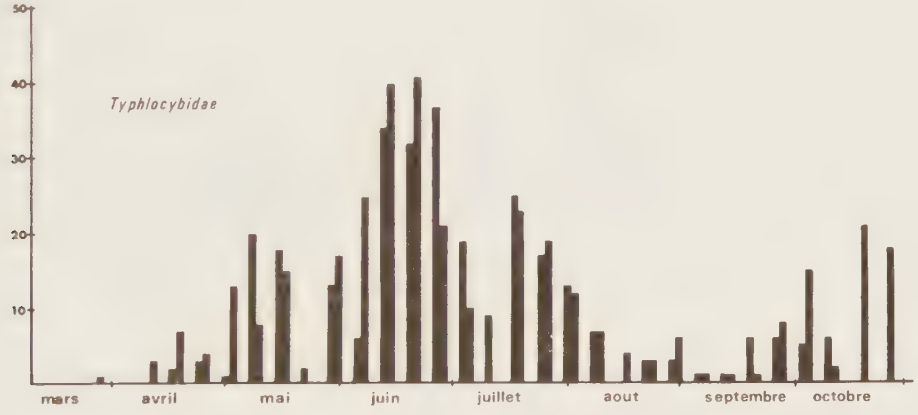


Fig. 28 – Évolution du vol des *Typhlocybidae* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Des exemplaires parasités par des larves de *Dryinidae* et *Pipunculidae* ont souvent été observés en juillet, août, début octobre (pour 1967). Il s'agit principalement d'*Eupterix aurata* L. et *Eupteryx atropunctata* Goe.

Signalons que des dégâts relativement importants de «Cicadelles» ont été observés sur les feuilles d'un des arbres du verger (arbre n°17 sur le plan) en septembre 1969.

Les Delphacidae et les Cercopidae

Ils n'ont pas été identifiés. Ils sont relativement peu nombreux dans la frondaison et disparaissent dans la deuxième quinzaine d'août.

Les premiers sont parasités par un Strepsiptère *Elenchidae*. Il est vraisemblable que ce soit celui-ci dont nous avons récolté des mâles dans les plateaux colorés : *Elenchus tenuicornis* Kirby. Celui-ci peut présenter une à trois générations par an selon la région ou le climat.

Les Psyllidae

Psylla mali Först. est abondant dans tous les pommiers du verger et les captures sont surtout très fortes fin mai, début juin (figure 29). Nous n'insisterons pas sur ce ravageur bien connu, mais peu dangereux qui, ici, semble se maintenir à un taux constant sans provoquer de dégâts sensibles, beaucoup de prédateurs de pucerons, d'ailleurs, font aussi leurs proies des larves de Psylles. Citons pour mémoire *Psylla pyricola* qui, présent sur les poiriers du verger, est retrouvé parfois dans des pièges disposés dans les pommiers, et *Trioza urticae* L. dans la prairie.

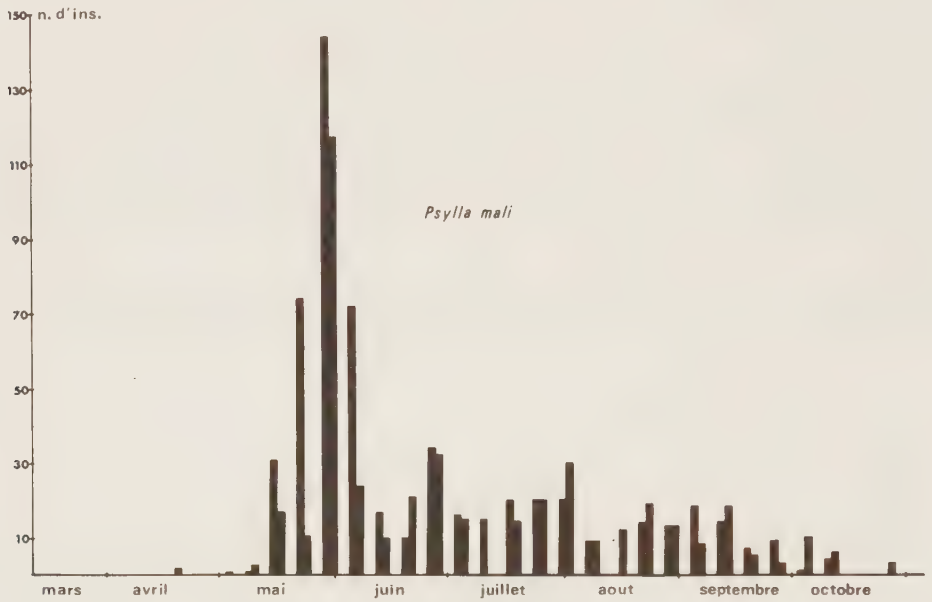


Fig. 29 – Évolution du vol de *Psylla mali* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Les consommateurs primaires (note annexe)

Comparaison avec l'entomofaune du verger industriel expérimental de La Minière

En note annexe, nous présentons le tableau XXI des recensements de ravageurs effectués dans le verger industriel de La Minière que nous avons emprunté à D. MARTOURET (1970) (1) et modifié afin d'y inclure nos propres recensements.

Le nombre des espèces présentes dans le seul verger naturel est indiqué dans le bas du tableau et regroupe toutes les espèces potentiellement nuisibles dont une partie n'étant pas mentionnée dans le tableau se retrouvera dans le texte.

On se reportera, pour la discussion, au paragraphe 3 du chapitre IV.

(1) «Le verger expérimental de pommiers de La Minière : premières constatations en lutte intégrée», par D. MARTOURET, 1970.

Tableau XXI

Comparaison du peuplement en insectes ravageurs dans le Verger expérimental de La Minière et le verger-refuge pour l'année 1970 (partiellement emprunté à MARTOURET, 1970, et modifié)

	I	II
ESPÈCES IMPORTANTES		
Operophtera brumata L.	+++	+++
Hyponomeuta malinellus L.	++	+
Cacoecia rosana L. (1)	++	++
Tmetocera ocellana F. (2)	++	++
Adoxophyes reticulana Hb.	+	0
Argyroploce variegana Hb.	++	++
Laspeyresia pomonella L.	+++	+++
Lyonetia clerckella L.	++	0
Lithocolletis corylifoliella Haw	+	+
Lithocolletis blancardella F.	++	+
Lycia hirtaria Cl.	+*	+
Rhopalosiphum incertum Walk	++	+++
Aphis pomi De Geer	+++	+
Disaphis plantaginea Pass.	+++	+
Panonychus ulmi Koch.	+	0
ESPÈCES SECONDAIRES		
Pamene rhediella Cl.	+	0
Malacosoma neustria	+	++
Orgya antiqua L.	+	+
Dasychira pudibunda L.	+*	0
Simaethis pariana Cl.	+	0
Smerinthus ocellata L.	+*	0
Zeuzera pyrina L.	+*	0
Monima sp.	++	++
Psylla mali Schmid.	+	+++
Rynchites coeruleus De Geer	+	++
Sappaphis devecta Walk.	+	?
Chloroclystis rectangulata	++	++
Lymantria dispar	+	0
Euproctis chrysorrhea L.	+	+*
Nombre d'espèces présentes dans le seul verger «naturel»		49

Légende :	I – Verger industriel	II – Verger «naturel»
+++	Populations potentiellement nuisibles	Très fréquent
++	Populations sans conséquences économiques	Fréquent
+	Présence	Rare
+*	Présence les autres années	Présence les autres années
0	Absence	Absence

(1) = *Archips rosanus*

(2) = *Spilonota ocellana*

LES CONSOMMATEURS SECONDAIRES

PARASITES

La limitation naturelle des ravageurs doit beaucoup à l'action des parasites et les agronomes tentent de plus en plus de favoriser leur action. On peut en premier lieu citer les Hyménoptères Térébrants dont plusieurs espèces ont été jusqu'alors élevées avec succès afin de lutter contre certains ravageurs.

Dans le biotope étudié, comme dans la plupart des biotopes peu ou non traités aux insecticides, les HYMÉNOPTÈRES Térébrants en particulier représentent une part importante de la faune ailée. La frondaison des pommiers et la prairie où nous avons échantillonné recèlent un grand nombre d'espèces qui peuvent donc être considérées comme utiles (voir diagramme de la figure 26).

Il en est cependant qui, s'attaquant à des insectes utiles ou qui, agissant comme hyperparasites, ont une action contraire.

Nous l'avons constaté, par exemple, avec un Chalcidien : *Bothriothorax elaticornis,* obtenu de Syrphes aphidiphages (*Syrphus ribesii*), et OZEREN (1968) signale la présence de quatre *Ichneumonidae : Diplazon laetorius* F., *Diplazon sp., Monotropus sp.* et *Promethes sp.,* parasites de *Syrphus* dans le verger expérimental du Laboratoire de Lutte Biologique de La Minière (situé à 1 km de la parcelle du «Val d'Or»). Il est vraisemblable que ces insectes puissent se retrouver dans ce dernier verger.

La détermination des espèces de ce groupe pose de grands problèmes taxonomiques et nous avons dû nous limiter à l'identification de celles dont l'hôte était connu.

Quelques espèces d'*Ichneumonoidea* ont été identifiées par S. DELOBEL (ORSTOM). Il s'agit de : *Glypta* (?) *fractigena, Pristomerus vulnerator* Grav. (*Ichneumonoidae*). Parmi les *Braconidae : Macrocentrus abdominalis* Fab., cette espèce polyembryonnaire est très commune et a souvent été retrouvée dans les pièges en juin-juillet. *Macrocentrus thoracicus* Nees., *Meteorus confinis* Ruth., *Apanteles sicarius* Marsh., *A. albipennis* Nees., *A. rubripes* Hal., *Euphorus picipes* Hal., *Aspilota sp., Orgilus punctulator* Nees. et *Euphorus pallidipes* Curt.

Presque toutes ces espèces sont parasites de Lépidoptères et ont été signalées dans le paragraphe «Lépidoptères». Seul, *Euphorus pallipides* est parasite de *Charagochilus gyllenhali* (voir paragraphe Hétéroptères phytophages).

Quelques espèces de Chalcidiens ont été identifiées par G. VIGGIANI (Portici) : *Bothriothorax elaticornis* Balm. (sur *Syrphus ribesii*), *Asaphes suspensus* Nees. et un *Ceraphronidae* sur *Aphis pomi, Copidosoma sp.* sur chenille de *Geometridae* et *Aphelinus mali* sur *Eriosoma lanigerum.*

BONNEMAISON (1970) précise que ce dernier parasite semble insuffisant pour limiter efficacement les populations de Pucerons lanigères dans la région parisienne, il est donc vraisemblable que, ici, ce ravageur soit aussi limité par d'autres auxiliaires.

Les Chalcidiens apparaissent beaucoup plus tôt que les Proctotrypoïdes, dans la frondaison ; ils y sont dix fois plus abondants en avril et en mai, cette proportion s'atténuant au cours des mois suivants ; au niveau de la prairie, au contraire, la différence s'intensifie à la fin de la saison (se reporter au diagramme de la figure 26) ; les *Ichneumonidae* présentent, de même que les Chalcidiens et Proctotrypoïdes, un maximum des vols en juillet.

Parmi les Hyménoptères parasites d'intérêt secondaire que nous avons pu recenser, il faut citer quelques espèces de *Dryinidae* (parasites de Cicadelles), des *Chrysididae* qui se développent le plus souvent

aux dépens d'autres Hyménoptères Aculéates. S. ZIMMERMANN (Vienne) a identifié quatre espèces : *Omalus auratus* L. qui est la plus représentée puis *Chrysis ignita* L., *Hedychrium intermedium* Dahl., et *Trichrysis cyanea* L.

Ce sont toutes des espèces classiques mais peu abondantes (31 individus capturés en 1967). Quelques *Cleptes nitidulus* F. (*Cleptidae*) ont aussi été capturés.

Ces dernières familles sont, quel que soit le biotope, relativement peu abondantes.

Parmi les DIPTÈRES, nous retrouvons un autre groupe de parasites intéressants, les *Tachinidae,* qui ont été capturés à près de 500 individus en 1967 dans la frondaison du pommier et 140 dans la prairie (voir figures 25 et 30). Il y a un assez grand nombre d'espèces. Seule, malheureusement, a pu être identifiée *Eumea westermanni* Zett. (J. d'AGUILAR, déterminateur - INRA) qui a été obtenue d'élevages de *Calymnia pyralina* et *Monima stabilis* (*Noctuidae*). Une autre espèce plus petite a été obtenue de *Geometridae* mais le mauvais état des adultes n'a pas permis leur identification. Il est vraisemblable, à en juger par le nombre d'individus fréquentant la frondaison, que d'autres espèces pourraient être retrouvées dans des élevages de chenilles plus importants.

Deux espèces de *Dexiinae* ont été prises aux plateaux colorés.

Citons une espèce de *Phoridae* parasite, qui a été obtenue d'élevages de *Operophtera brumata* et *Monima stabilis* (Lép. *Geometridae* et *Noctuidae*).

Parmi les Diptères parasites d'intérêt secondaire, il faut signaler les *Conopidae,* très rares dans ce biotope ; quelques exemplaires ont été capturés en trois espèces : *Brachyglossum erostratum* Rond., *Conops ceriaeformis* Meig. et *Myopa testacea* L. (J. POINTEL, déterminateur - IRAT). Rappelons que les larves vivent en parasites d'Hyménoptères.

Les *Pipunculidae* sont plus abondants dans le biotope, en particulier dans la frondaison (112 exemplaires durant l'année 1967) quatre espèces ont été identifiées par J. BORDON : *Eudorylas ruralis* Meig., *Pipunculus spinipes* Meig., *Dorylomorpha haemorrhoidalis* Zett. et *Chalarus spurius* Fall., cette dernière espèce étant parasite de *Typhlocyba rosae*, présent dans la frondaison du pommier.

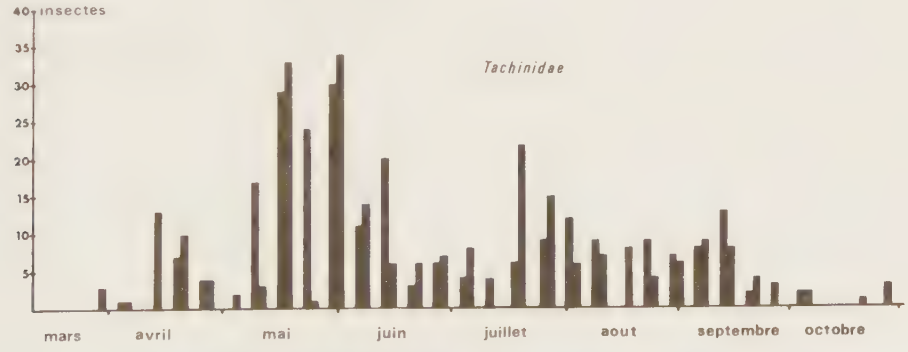


Fig. 30 – Évolution du vol des *Tachinidae* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Nous terminerons l'étude des parasites avec le petit groupe des STREPSIPTÈRES. Par les plateaux colorés, nous avons obtenu une douzaine d'exemplaires de mâles, tant dans la frondaison que dans la prairie, pendant les mois de mai et fin juillet - début août 1967. Quelques exemplaires ont été aussi capturés en août 1968.

Il s'agit uniquement de *Elenchus tenuicornis* Kirb. (*Elenchidae*) (H. ABDEL NOUR, déterminateur-ENSA Montpellier). Des *Delphacidae* parasités par cet insecte ont fréquemment été capturés dans la frondaison du pommier.

Il semble s'avérer que les Strepsiptères mâles soient plus communs que l'on ne le pensait jusqu'alors (ROTH, 1966).

PRÉDATEURS

Parmi les prédateurs dont l'action est particulièrement bénéfique et qui sont bien représentés dans le biotope étudié, il faut citer en premier lieu les Coccinelles et Syrphes aphidiphages, dont le contrôle dans les conditions naturelles et l'élevage font l'objet d'études approfondies dans différents laboratoires, les Planipennes et les Hétéroptères dont un certain nombre d'espèces, en effet, sont prédatrices, permanentes ou occasionnelles.

De nombreux autres insectes prédateurs moins spécialisés ont une action très importante sur l'équilibre mais leur non spécialisation rend leur rôle d'auxiliaires très difficile à évaluer tant que nous n'aurons pas de connaissances plus précises sur la nature de leurs proies. Nous les étudierons après chacun des auxiliaires vrais mentionnés ci-dessus, et en fonction de leurs affinités taxonomiques avec ceux-ci.

Parmi les COLÉOPTÈRES, les *Coccinellidae* ont un rôle très important sur la limitation des Pucerons qui n'est plus à souligner. On trouve dans ce biotope plusieurs espèces :

- *Coccinella 11 - punctata* L., *C. 7 - punctata* L., *C. 10 - punctata* L., *Halysia 14 - guttata* L., *Coccinella conglobata* L., *Propylea 14 - punctata* L., *Adalia bipunctata* L. et *Adalia bipunctata 6 - pustulata L.*, ces deux dernières étant particulièrement abondantes sur les branches de pommiers à l'état larvaire.

Les Coccinelles apparaissent vers le 15 avril et elles sont visibles en grand nombre sur les colonies de Pucerons. Les plateaux colorés capturent assez peu d'adultes et pas de larves ; c'est surtout le frappage qui donne de bons renseignements ainsi que le contrôle visuel. Nous avons pu observer des larves et des adultes attaquer également des larves de *Psylla mali* ainsi qu'une larve dévorant une jeune chenille (Tordeuse ?).

Il est d'ailleurs certain que beaucoup de larves meurent de faim avant d'avoir accompli entièrement leur développement car on peut en voir errer sur des rameaux dépourvus de toute proie. Il est vraisemblable dans ce cas que d'autres plantes hébergeant des pucerons permettent le maintien des populations de Coccinelles à un niveau toujours satisfaisant.

Parmi les autres Coléoptères susceptibles d'avoir une action favorable, il faut signaler les *Cantharidae* qui sont principalement floricoles ; il en a été observé s'attaquant à *Eriosoma lanigerum*, à des adultes d'*Hoplocampa brevis* et à des *Bibio sp.* par ROEHRICH (cité par d'AGUILAR, 1962), les larves sont à régime essentiellement carnassier.

C'est vers fin mai-début juin que nous avons constaté le maximum des vols ; nous en avons capturé jusqu'à 55 en une seule série de piégeage, dans le pommier. Nous avons noté la présence de *Cantharis bicolor* Herbst., *C. fusca* L., *C. livida* L. et *Rhagonycha limbata* Thoms. ; ce dernier est beaucoup moins important mais de présence plus constante au cours de la saison. Mais d'AGUILAR (*in* BALACHOWSKY, 1962) signale que différents auteurs ont noté des dégâts dûs à des *Cantharidae* sur arbres fruitiers, notamment sur jeunes fruits.

L'édafaune n'ayant pas été étudiée, nous ne mentionnons ici les Carabes que pour mémoire.

Il est à signaler très brièvement la présence de RHAPHIDIOPTÈRES. Un unique *Raphidia notata* L. a été pris au plateau coloré en 1967. C'est un insecte de région boisée dont la présence s'explique par la

proximité de la forêt. D'après SIMMONS (1944) l'action des larves de ces insectes sous écorce paraît négligeable.

Les PLANIPENNES, par contre, ont un rôle intéressant dans la limitation des populations de Pucerons.

Ils sont peu attirés par les plateaux colorés et c'est surtout par le frappage et les observations directes que nous avons pu constater qu'ils étaient assez abondants, à l'état de larves, en mai-juin.

Des *Chrysopidae*, *Hemerobiidae* du genre *Hemerobius* (deux espèces) et quelques *Drepanopteryx phalaenoides* L. ont été obtenus par l'élevage des larves. Un unique exemplaire de *Coniopterygidae* : *Semidalis curtisiana* End. a été obtenu de plateaux colorés le 9 août 1968. Il n'est pas impossible que cet insecte très petit et peu remarquable soit plus abondant que ne le laisse supposer cette unique capture.

Parmi les DIPTÈRES, citons les *Syrphidae* en premier lieu. Vingt espèces de cette famille ont été identifiées (J.P. LYON - INRA Antibes). Les captures en 1967 ont été relativement beaucoup moins abondantes dans le pommier que dans la prairie (88 contre 196). C'est peu certainement par rapport aux populations existant réellement. Les Syrphes ne semblent donc pas particulièrement attirées par les frondaisons, exceptées les femelles d'espèces aphidiphages qui viennent y déposer leurs œufs. Mais les résultats des captures sont assez décevants.

Néanmoins, les piégeages ajoutés aux élevages de larves aphidiphages et aux observations nous permettent de bien connaître le peuplement en Syrphes. Dix espèces aphidiphages sont présentes, neuf parmi celles-ci ont été capturées au plateau coloré. *Syrphus corollae* F., *S. auricollis* Meig., *S. ribesii* L., *S. bifasciatus* F., *Epistrophe balteata* Deg. ont également été obtenues d'élevage, les larves ayant été récoltées sur colonies de Pucerons cendrés (*Disaphis plantaginea*) ou Pucerons verts du pommier (*Aphis pomi*) durant le mois de mai. La larve de *Syrphus vitripennis* n'a pas été observée sur les colonies de Pucerons précitées mais plusieurs individus adultes ayant été capturés, elle s'y trouve certainement (nous l'avons d'ailleurs personnellement obtenue sur Pucerons cendrés dans un verger de pommiers de la région de Valence en mai 1968).

Il existe donc six espèces d'actifs destructeurs de Pucerons sur pommier, leur action conjuguée à celle des autres prédateurs contribue à maintenir ces ravageurs bien en de-çà d'un seuil critique.

Parmi les autres espèces, citons *Pipizella virens* F., prédateur d'aphidiens sur diverses racines ; les autres espèces de *Syrphidae* recensées sont saprophages ou coprophages.

Il est une autre famille à laquelle il faut accorder une attention spéciale malgré sa discrétion apparente. Les *Cecidomyiidae* comprennent, en effet, ici une espèce prédatrice de Pucerons : *Aphidoletes aphidimyza* Rond. (NYJVELDT dét., 1968). Cet insecte a été observé en grand nombre sur colonies de Pucerons cendrés (*Disaphis plantaginea*) associé à d'autres prédateurs ; une feuille de pommier colonisée portant parfois jusqu'à 10-12 larves d'*Aphidoletes*.

De nombreux autres Diptères sont prédateurs non spécialisés. Certaines familles sont pauvrement représentées, d'autres au contraire comptent parmi les plus représentatives du biotope.

Les *Rhagionidae* sont représentés par quatre espèces dont *Rhagio scolopaceus* L., *Rhagio lineola* Fab. et *Chrysopilus sp.* ; c'est principalement *R. scolopaceus* qui est capturé dans la frondaison, et que l'on peut voir en assez grand nombre évoluer le long des troncs (figure 25).

Les *Asilidae*, rares dans les frondaisons de pommier, le sont un peu moins dans la prairie ; nous avons relevé deux espèces de *Machimus* et *Leptogaster cylindrica* Deg.

Il apparaît que cette rareté est uniquement imputable au biotope. En effet, P.J. CHARLES (com. pers. 1971) signale avoir capturé en forêt de Fontainebleau et par la même méthode de piégeage tout au long de l'année : 1,4 pour cent (1969) et 1 pour cent (1970) d'*Asilidae* par rapport au total de Diptères captures, soit 129 et 92 individus. Notre pourcentage est de l'ordre de 0,7 pour mille. Une étude récente de MUSSO (1971) donne des indications intéressantes sur la prédation chez les *Asilidae*.

Les *Therevidae* sont peu fréquentes. Une seule espèce : *Thereva nobilatata* F. (déterminateur, L. LYNEBORG).

Les *Empididae* sont parmi les Diptères les plus abondants. La figure 31 montre l'évolution générale des captures dans la frondaison en 1967 (voir aussi la figure 5). La frondaison est surtout fréquentée par les petites espèces, *Drapetis assimilis* Fall., *D. exilis* Meig., *Tachydromya sp.* (plusieurs espèces) et *Microphorus sp.* sont les plus abondantes. On rencontre aussi quelques *Hilara* (3 espèces) et, mais uniquement dans les zones d'ombre, *Phyllodromia melanocephala* F. et *Dryodromia sp.*

Bien entendu, ces espèces se retrouvent aussi dans la prairie où sont cependant plus remarquables les grandes espèces : *Xanthempis stercorea* L. et *X. trigramma* Meig., *Kritempis livida* L. et *Pachymeria tessellata* F.

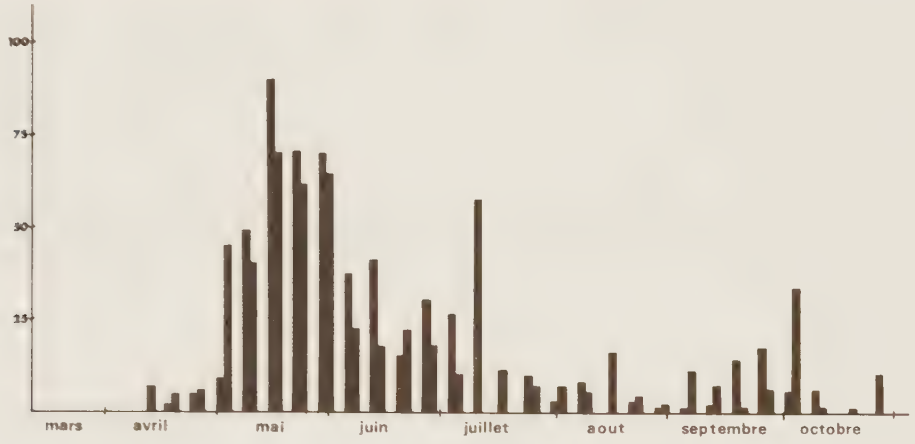


Fig. 31 – Évolution du vol des *Empididae* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Les *Dolichopodidae*, auxquels nous avions consacré antérieurement une étude spéciale (COUTURIER, 1970), sont représentés par 28 espèces, certaine capturée par milliers d'exemplaires en une saison (1967), *Chrysotus blepharosceles* Kw. ; d'autres n'ayant été obtenu qu'en un seul exemplaire, tels *Hercostomus chrysozygos* Wied, *H. nanus* Macq., *Neurogona quadrifasciata* Fab. et *Asyndetus latifrons* Lw. Plusieurs espèces sont d'une fréquence «moyenne», *Porphyrops communis* Meig. (uniquement en mai), *Sciopus platypterus* Fab. et plusieurs espèces de *Dolichopus*.

Prédateurs de petits insectes mous, les *Dolichopodidae* sont par leur nombre, ainsi que les *Empididae*, d'un intérêt biocœnotique certain. D'après DE LEON (1935) et HUBAULT (1928) certaines espèces de *Medetera* (deux espèces en présence dans le biotope étudié) seraient prédatrices de Scolytes.

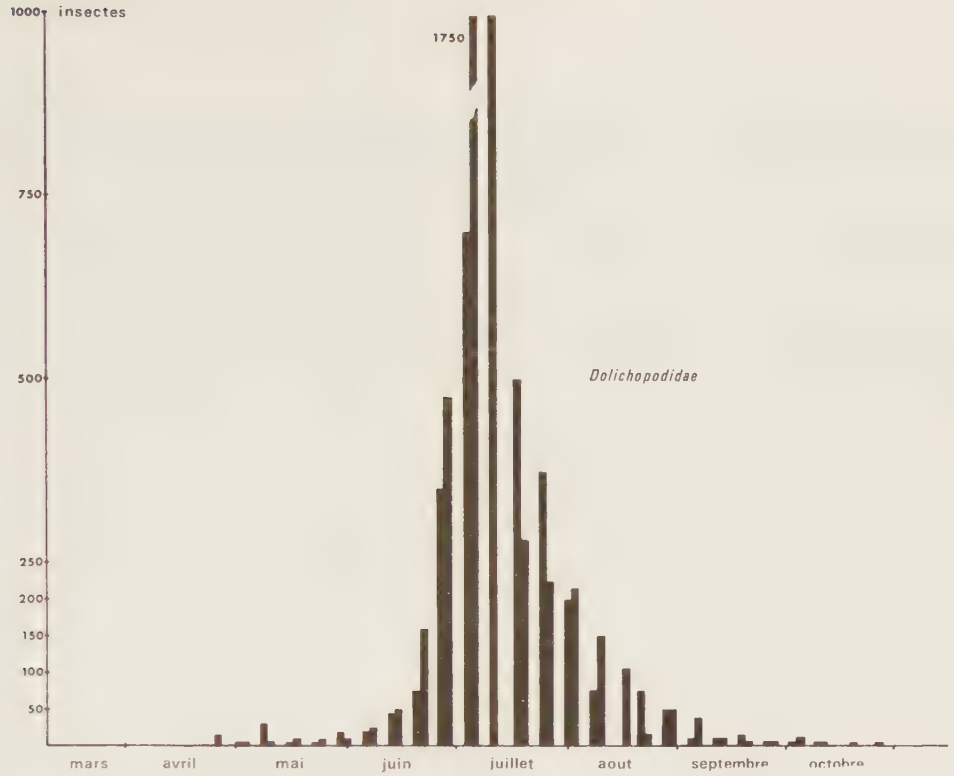


Fig. 32 – Évolution du vol des *Dolichopodidae* au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Nous avons montré dans le chapitre II que la répartition des différentes espèces dans le biotope était très variable, tel *Micromorphus albipes* Zett. qui ne se trouve qu'au niveau du sol, à mi-ombre.

Nous ne ferons que mentionner les THYSANOPTÈRES qui n'ont pas été étudiés en particulier, mais dont un certain nombre d'espèces sont connues pour être prédatrices. Ils sont assez représentatifs dans la frondaison et le diagramme de leur évolution au cours de la saison a été établi pour 1967 (figure 33).

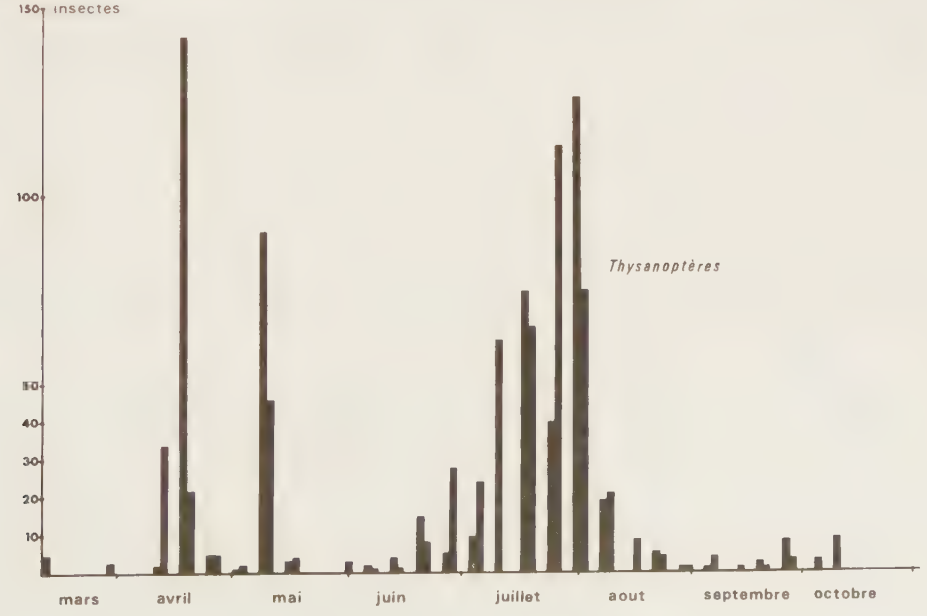


Fig. 33 – Évolution du vol des Thysanoptères au cours de la saison dans la totalité de la frondaison du pommier en 1967.

Les HÉTÉROPTÈRES sont représentés par sept espèces caractéristiques dans la frondaison du pommier. Des élevages ont été pratiqués pour préciser, lorsque cela était nécessaire, le régime préférentiel de ces insectes (voir «Les consommateurs primaires»).

Trois espèces de *Miridae* sont prédatrices, du moins pendant la plus grande partie de leur cycle. Il ressort, en effet, de nos élevages que : *Deraeocoris olivaceus* F., *D. lutescens* Sch., et *Miris striatus* L. meurent lorsqu'il ne leur est offert que le support végétal sur lequel elles vivent habituellement, mais survivent plusieurs semaines et effectuent leurs mues normalement s'il leur est offert des proies vivantes (Pucerons ou chenilles), ceci quel que soit le support végétal. Elles sont donc prédatrices et peuvent être considérées comme auxiliaires.

Miris striatus a dû être élevé individuellement, cette espèce ayant tendance au cannibalisme, même si les proies offertes sont abondantes. Il est à noter ici que cette espèce, qui effectue la totalité de son développement sur pommier selon nos observations, est le plus souvent signalée sur *Quercus, Corylus* et certaines Rosacées arborescentes. GULDE (1921, *in* KULLENBERG) a observé *M. striatus* à l'état larvaire et adulte se nourrissant de chenilles de Tordeuses sur *Quercus* et *Pyrus malus.*

Deraeocoris olivaceus n'est cannibale que si les cages sont trop peuplées (plus de six ou huit individus par cagette) ou si la nourriture vient à manquer. Certains individus de cette dernière espèce ont été nourris de jeunes chenilles de Cheimatobies avec succès.

Le régime alimentaire des *Anthocoridae* est assez bien connu, ils sont entomophages dans la majorité des cas (les *Anthocorinae* étant plus ou moins occasionnellement phytophages : CARAYON, 1961). Un certain nombre d'études ont notamment été consacrées aux deux espèces en présence ici. De nombreuses observations font état de la nature des proies de *Anthocoris nemorum* et *Orius minutus* (HILL, 1957 ; CARAYON et STEFFAN, 1959). Citons d'une façon générale : des Collemboles, Thysanoptères, Psoques, Mirides, Pucerons, Acariens, larves de Cécidomyies, petites larves de Lépidoptères, soit de nombreux Arthropodes de petite taille.

En ce qui concerne *Orius minutus*, celui-ci est signalé comme cherchant particulièrement les Pucerons, notamment sur arbres fruitiers.

Selon PESKA (*in* HILL, 1957), une moyenne de 248 Pucerons peuvent être consommés durant le développement larvaire et 500 à 600 durant la vie entière par *Anthocoris nemorum* ; COLLYER (1953), pour ce même insecte, cite une consommation moyenne journalière de 50 adultes de *Metatetranychus ulmi* (Acar.), les larves d'*A. nemorum* pouvant consommer de 20 à 40 Acariens par jour ! Ce même auteur considère *A. nemorum* comme un important prédateur dans les vergers commerciaux.

La majorité des auteurs s'accordent à considérer cette espèce comme un prédateur strict.

Dans le biotope considéré, *Anthocoris nemorum, Orius minutus* et *Deraeocoris olivaceus* ont été trouvés sur Prunier et Poirier, principales essences voisinant avec les pommiers dans ce verger, mais leur nombre y était beaucoup moins important. Cela est dû certainement au fait que le pommier recèle un peuplement entomologique offrant davantage de proies.

C'est en particulier sur les populations de Pucerons cendrés (*Disaphis plantaginea*), par ailleurs fort rares, et de Pucerons verts (*Aphis pomi*) que nous avons trouvé les plus forts groupements d'Hétéroptères prédateurs associés aux ennemis classiques des Aphidiens (Coccinelles, Syrphes, Cécidomyies). C'est ainsi que très rapidement les colonies sont détruites et qu'en conséquence aucun fruit portant des dégâts de Pucerons n'a jamais été observé.

Durant les mois de septembre et octobre, *Orius minutus* a été capturé en assez grand nombre par les plateaux colorés dans la frondaison (fig. 27). Il ne s'agissait pratiquement que de mâles.

Cette période correspondait d'ailleurs exactement au vol migratoire de *Rhopalosiphum incertum* (*Aphididae*).

Des piégeages effectués parallèlement, dans la prairie, par le même procédé, ont montré que les espèces évoluant dans la frondaison du pommier ne se rencontrent pas dans les herbes, excepté quelques rares *Anthocoris nemorum* et *Orius minutus*.

Les frappages pratiqués en 1970 ont permis de connaître les périodes d'activité des cinq espèces prédatrices (voir détails sur le frappage dans le paragraphe «consommateurs primaires« : Hétéroptères). Le tableau ci-dessous exprime ces résultats.

Tableau XXII

Résultat des frappages dans les pommiers en 1970 (L : larves ; IP : insectes adultes)

		15-5	26-5	1-6	5-6	12-6	19-6	26-6	27-7	12-8	9-70
Deraeocoris	L	13	8	11	5	8					
olivaceus	IP					4	7	8			
Deraeocoris	L								1 ?		
lutescens	IP	3	1	4	2	2					
Miris	L	5	3								
striatus	IP		2	3	1						
Anthocoris	L			8	10	30	13	11	3		
nemorum	IP	11	7	6	1	2	1	5	3	2	6
Orius	L				1	25	43	39	3		
minutus	IP	6	10	11	4		24	15			

Nous avons tenté, pour les cinq espèces d'Hétéroptères les plus communes, d'établir un rapport d'abondance entre les espèces en nous basant sur les captures par plateaux colorés (tableau XXIII).

Pour chacune des espèces, chaque chiffre est celui de la capture au moment de la plus forte pullulation (pour 48 h de piégeage avec les plateaux colorés ou pour une séance de frappage).

Les espèces suivantes n'ont été trouvées qu'en quelques exemplaires : *Heterotoma meriopterum* Scop. est principalement entomophage, parfois phytophage et se trouve sur de nombreuses plantes herbacées et arborées, il n'y a donc rien de surprenant à trouver cette espèce sur pommier. *Loricula elegantula* Bär. (*Microphysidae*) a été capturé plus souvent. CARAYON (1949) signale que celui-ci, en captivité, se nourrit de petits Psocoptères et MASSEE (1954) rapporte que cette espèce qui vit sur les troncs se nourrit de Thysanoptères, Psylles, Thysanoures et petites chenilles.

Tableau XXIII

Rapport d'abondance entre les différentes espèces communes en prenant pour unité *Deraeocoris lutescens*

	plateaux colorés 1967	frappage 1970
Deraeocoris lutescens	1	1
Deraeocoris olivaceus	3,5	2
Charagochilus gyllenhali	10	8,5
Monosynnama nigritula	6	12
Anthocoris nemorum	3	3
Orius minutus	4	6

Pour conclure nous pouvons dire que les Punaises prédatrices contribuent efficacement à réduire les populations de ravageurs. CARAYON (1961) signale d'ailleurs que «... Les Hétéroptères... ne se montrent généralement pas des agents efficaces de lutte biologique directe. Beaucoup d'entre eux, en revanche, jouent un rôle important mais fréquemment méconnu dans la limitation naturelle des populations d'insectes ou Acariens nuisibles».

Nous en terminerons avec les prédateurs en citant les Araignées qui sont nombreuses ; beaucoup se prennent dans les pièges colorés et leur rôle de prédateurs serait à préciser. Il semble, en effet, que les couleurs exercent sur elles la même attractivité qu'à l'égard des Insectes (ROTH, DUVIARD et ROTH, *in litt.*).

FAUNE «INDIFFÉRENTE» OU DE NIVEAU TROPHIQUE MAL DÉFINI

C'est surtout parmi les Diptères que nous trouvons le plus grand nombre d'espèces indifférentes au sens le plus acceptable du terme. Cette optique peut cependant être modifiée par le fait que l'orientation primitive de ce travail nous a conduit plus particulièrement à étudier les insectes se déplaçant en vol. Il va de soi que l'édafaune recèle beaucoup d'espèces qui entrent dans cette catégorie. Le plus souvent, d'ailleurs, il s'agit plutôt d'insectes d'action indirecte et mal définie que de véritables indifférents.

Citons pour mémoire les COLLEMBOLES Arthropléones dont quelques exemplaires ont été capturés chaque jour dans les pièges disposés dans l'arbre, en particulier au niveau du tronc.

Un certain nombre de TRICHOPTÈRES, en plusieurs espèces, ont été capturés au plateau coloré, particulièrement en mai. L'existence de différents points d'eau à proximité explique leur présence.

Les COLÉOPTÈRES sont très nombreux et nous avons cité un certain nombre d'espèces dans les paragraphes précédents. Nous citerons ici beaucoup d'espèces qui, bien que consommateurs secondaires, n'ont aucune influence sur la végétation du pommier et sont de toute manière assez peu fréquentes.

Parmi les autres espèces recensées et dont la présence dans la frondaison est souvent accidentelle, citons : *Apion pisi* F. (vivant sur les *Leguminosae*), *Apion dichroum* Bedel., qui se développe dans les capitules floraux de *Trifolium repens* L. et *T. pratense* L., ainsi que *Apion marchicum* Herbst. *Sitona flavescens* Marsh. et *S. lineatus* L. se développent sur les *Leguminosae*. Cette dernière espèce est un ravageur important et *S. flavescens* serait une espèce plutôt méditerranéenne. On les rencontre occasionnellement dans les

frondaisons. D'autres espèces de *Curculionidae* ont été capturées et identifiées, il s'agit de : *Phyllobius pyri* L. qui apparaît de la mi-avril à début mai et s'attaque fréquemment aux Rosacées arborescentes, *Phyllobius betulae* F., qui est très polyphage, et *Hypera variabilis* F., qui vit aux dépens de *Leguminosae* sauvages et cultivées, enfin deux espèces de *Ceutorrhyncus* : *C. quadridens* Panz. et *C. assimilis* Payk. qui se développent respectivement dans les tiges et pétioles des crucifères et dans les siliques de ces mêmes plantes.

Citons encore *Cionus sp.* sur Verbacées et Scrophulariacées ; *Balanobius sp.* et *Miccotrogus sp.* Signalons aussi la présence de *Pteleobius vittatus* F. qui se développe sous écorce d'Orme.

Aucune de ces dernières espèces ne nous est apparue très abondante. Les *Phyllobius* et *Apion*, cependant, ont été fréquemment obtenus de frappage sur pommier ; les autres espèces, bien que fréquentant aussi parfois les frondaisons, ont surtout été capturées par fauchage et plateaux colorés au sol.

Que ce soit dans l'arbre ou dans la prairie, les pièges colorés et le frappage nous ont permis de déceler la présence d'un certain nombre d'autres espèces (dont l'énumération ici ne présenterait guère d'intérêt), notamment parmi les familles suivantes :

Chrysomelidae, Elateridae, Oedemeridae. Ces trois familles, entre autres, sont surtout capturées dans la prairie mais aussi parfois assez haut dans la frondaison. C'est surtout le cas des Chrysomèles (*Lema,* Altises). Les *Elateridae* ne sont capturés que très rarement dans l'arbre, et toujours dans la partie basse.

Outre ces familles, ce sont surtout des floricoles que l'on voit évoluer dans la frondaison du pommier, il s'agit surtout de :

- *Mordellidae* avec *Mordellistena micans* Germ. et *Mordella fasciata* F. (en grand nombre) à mi-juillet ; cette dernière espèce a été signalée par MASSEE (1945) comme creusant des galeries dans des branches de pruniers.

Des *Dermestidae* avec *Anthrenus pimpinellae* F., surtout, et quelques exemplaires de *Attagenus pellio* Scop., ont aussi été recensés par frappages. (Les Coléoptères ont été identifiés par R.M. QUENTIN (ORSTOM) et H. PERRIN (Museum, Paris) pour les *Curculionidae*).

Les Diptères sont représentés par plusieurs centaines d'espèces dans cette biocœnose ; nous avons cité précédemment un certain nombre d'espèces. Le diagramme de la figure 25 montre l'évolution saisonnière des principales familles.

Les Nématocères sont particulièrement abondants dans les zones peu ensoleillées. La zone fraîche du centre de l'arbre est un refuge pour de nombreuses espèces. C'est là, en effet, que l'on capture le plus grand nombre de *Limnobiidae, Cecidomyiidae, Sciaridae, Scatopsidae, Anisopodidae* (voir figure 3, chapitre II).

Ils sont relativement peu capturés dans la prairie où les pièges sont exposés à la lumière solaire. Le milieu est cependant riche en Nématocères (plans d'eau à proximité, sol humide, bois décomposés, terreaux sont les facteurs essentiels de leur présence).

Parmi les différentes espèces de *Tipulidae* recensées, citons *Tipula paludosa* Meig., *Tipula ochracea,* dont l'adulte a été obtenu en grand nombre de larves se trouvant dans le tas de terreau, et *Pachyrhina quadrifaria* Meig. Une espèce de *Ptychopteridae* : *Ptychoptera albimana* F. est assez rare. *Limonia nubeculosa* Meig. (*Limnobiidae*) est assez bien représentée.

Les *Mycetophilidae,* assez peu fréquents dans la frondaison et dans la prairie, se retrouvent beaucoup plus nombreux dans des pièges placés sous des haies, des buissons. Vingt-deux espèces ont pu être identifiées par L. MATILE (Museum, Paris). *Mycetophila fungorum* a été capturé en abondance au plateau coloré au pied des arbres dans des zones fortement ombrées en juillet, et certaines espèces sont parfois capturées dans le haut de l'arbre.

Trois espèces de *Bibionidae* sont capturées en grand nombre pendant le mois de mai : *Bibio marci* L. et *B. hortulanus* L., la troisième espèce étant indéterminée.

Les Brachycères sont surtout représentés par les *Stratiomyidae*. Nous avons identifié treize espèces. Certaines d'entre elles sont très abondantes comme *Beris chalybeata* Forst. surtout attirée par la frondaison, très abondante en mai, puis disparaissent complètement. Des adultes ont été obtenus d'échantillons de terreau (sortie début mai). *Chorisops tibialis* Meig. vole uniquement en juillet (voir figure 7) ; les adultes de *Pachygaster atra* Macq. obtenus d'un terreau d'arbre creux (Orme) sortent début juin. Citons enfin deux belles espèces : *Chrysochroma bipunctatum* Scop. et *Geosargus splendens* Meig.

Scleda marginata Meig. (*Scledae*) est présente dans le biotope ; c'est un insecte forestier certainement plus abondant dans les bois avoisinants.

Les autres familles ont été citées dans les paragraphes précédents.

Nous avons vu, par ailleurs, parmi les Cyclorrhaphes, les *Syrphidae* qui comprenaient de nombreuses espèces ; nous signalerons ici, entre autres, quatre espèces d'*Eristalinae*. *Volucella zonaria* Poda, *Volucella pellucens* L. dont les larves se développent dans les nids de guêpes ainsi que *Eristalis tenax* L. et *Eristalis arbustorum* L. très communes.

Les *Phoridae* sont abondantes dans ce biotope, elles n'ont pas été identifiées et on se reportera au diagramme de la figure 25 pour leur évolution saisonnière.

A signaler la présence de *Platypeza boletina* Fall. ; quelques exemplaires ont été capturés ; c'est une espèce de forêt. Les Haplostomates, eu égard au grand nombre d'espèces et à la grande variété de leurs biologies sont pourtant moins nombreux que les Thécostomates. Leur présence est d'ailleurs à peu près constante tout au long des piégeages (voir le diagramme de la figure 25), mais ils sont proportionnellement plus abondants au niveau de la prairie. Citons *Mycetaulus cinctus* Hal. (*Tryperidae*), *Loxocera albiseta* (*Psilidae*) Schk., *Calobata petronella* L. et *Micropeza corrigiolata* Meig. (*Micropezidae*).

La grande majorité des Haplostomates rencontrés aussi bien dans les frondaisons que dans la prairie est constituée d'*Agromyzidae*, *Chloropidae*, *Drosophilidae*.

Les Thécostomates. Les espèces d'*Anthomyiidae* sont nombreuses et les plus remarquables, en septembre, sont *Myiolaea lasiophthalma* Macq., *Phaonia pallida* F. et *P. variegata* Meig. ; plusieurs espèces de *Hylemya* constituent aussi le gros des captures à cette période. Dans son étude écologique du domaine de Brouessy (Yvelines), DUVIARD (1967) signale aussi de très fortes pullulations d'*Anthomyiidae* durant la même période.

Les *Calliphoridae* et *Muscidae* sont représentés par toutes les espèces banales : *Calliphora erythrocephala* Meig., *Lucilia*, *Pollenia*, *Musca domestica* L., *Mesembrina meridiana* L.

Nous n'avons pas étudié en détails les HYMENOPTÈRES ; disons simplement ici que les *Apoidea* sont particulièrement abondants dans la frondaison du pommier pendant la floraison (voir figure 26) par opposition aux *Vespoidea* qui visitent le pommier surtout en septembre lors de la maturation des fruits. (Il s'agit surtout de *Vespula germanica* F. et *Polistes gallicus* L., la première étant particulièrement abondante).

Les PSOCOPTÈRES sont un groupe assez bien représenté dans la frondaison mais peu capturé au plateau coloré. Il y a plusieurs espèces, ailées ou aptères.

DISCUSSION SUR LES RELATIONS TROPHIQUES ENTRE LES GROUPES

Nous avons pu constater au cours de ce chapitre à quel point pouvait être varié et abondant le peuplement entomologique d'un verger où la nature avait repris ses droits. La variété de la flore spontanée ou subspontanée, l'absence de traitements, l'absence de labours, la présence de haies épaisses, un environnement particulièrement favorable, assurent un retour aux conditions naturelles et la concurrence interspécifique est très vive. Nous n'avons fait qu'entrevoir ces interférences entre les espèces, mais il est manifeste que la plupart des ravageurs du pommier sont représentés avec leurs parasites et prédateurs habituels.

La compréhension de ces relations complexes est rendue particulièrement délicate par le fait que, parmi les groupes traditionnellement considérés comme utiles, il se trouve de nombreuses espèces hyperparasites, Hyménoptères Térébrants par exemple, dont le rôle est alors néfaste à la protection naturelle contre les ravageurs. Certains de ces exemples ont été développés dans ce chapitre en ce qui concerne plus spécialement les parasites de prédateurs auxiliaires (*Syrphidae*).

Ainsi la notion de protection de l'entomofaune utile nous paraît-elle inévitablement indissociable de la protection de l'entomofaune en général.

Ces considérations impliquent pratiquement avant tout classement de nuisibilité, la définition de l'espèce et la connaissance exacte de sa biologie.

De même, une grande part de la biomasse des insectes présents dans une même biocœnose est constituée d'insectes qualifiés d'indifférents ; en fait, il est très vraisemblable que beaucoup d'entre eux ont un rôle indispensable d'hôtes intermédiaires, de «proies-relais» ou bien de prédateurs non spécialisés.

Il faut mentionner aussi les insectes du sol dont de nombreuses larves en particulier contribuent à la régulation indispensable des échanges biotiques au niveau de l'endogaïon.

Nous pensons que l'absence de labours est un élément particulièrement important pour la conservation de la faune et son état d'«équilibre». En effet, il n'est pas exclu, bien que nous sachions assez peu de choses à ce sujet, que ce soit dans le sol, à proximité des arbres, que se produise l'hibernation. Si le mode d'hibernation des ravageurs et de certains auxiliaires est souvent connu, il reste beaucoup à apprendre sur les autres insectes qui composent la biocœnose. Des cages d'éclosion qui avaient été disposées sur les troncs ont révélé assez peu de sorties d'insectes au printemps (quelques Collemboles et Microtérébrants seulement).

Il resterait à réaliser en grand le dispositif préconisé par SOUTHWOOD (1966) et SOUTHWOOD et SIDDORN (1965) ; disposer de vastes pièges à émergence à la surface du sol pour mieux connaître les gîtes larvaires et les lieux d'hibernation.

INCIDENCE DE L'ENTOMOFAUNE SUR LA PRODUCTIVITÉ DU VERGER «NATUREL»

Comme nous l'avons signalé, l'état sanitaire des fruits a, dès le début de ces expériences, attiré notre attention, en ce sens qu'il était particulièrement bon.

Nous avons donc en 1969 récolté, pesé et trié la quasi-totalité de la production de huit arbres sélectionnés pour l'importance de leur fructification ; il fallait, en effet, de nombreux fruits pour pouvoir établir des pourcentages valables. La qualité des fruits et l'importance de l'alternance de la production depuis les trois dernières années ont aussi retenu notre attention. La production de 1970 a d'ailleurs été «évaluée» approximativement par rapport à celle de 1969.

Ce contrôle a eu lieu au cours de la première quinzaine d'octobre. Les fruits manifestement tombés depuis longtemps, ratatinés ou atteints par les Carpocapses de première génération, ont été écartés de ce comptage, notre but étant de faire ressortir l'état des fruits à la période normale de récolte. Plus de 3 700 fruits ont ainsi été triés.

L'importance des dégâts de tavelure sur fruits a été évaluée globalement, à titre indicatif, pour l'ensemble de la production d'un arbre et codifié de 0 à 3 (0, +, ++, +++) dans le tableau XXIV.

Les dégâts d'insectes étaient provoqués principalement par :

- Carpocapses : les fruits douteux ayant été ouverts afin d'acquérir une certitude absolue.
- Cheimatobies, Noctuelles, Tordeuses (autres que Carpocapses) : soit dégâts de printemps parfaitement cicatrisés n'entraînant pas, en principe, d'altération de la pulpe du fruit, soit aussi (pour les Tordeuses) morsures d'automne avec pénétration plus ou moins importante dans la pulpe.
- Rhynchites : une seule variété de pommes présentait des dégâts relatifs à cet insecte en nombre remarquable (en moyenne 3 à 5 «piqûres» par fruit atteint).

Les dégâts mal reconnaissables ou provenant de ravageurs rares (*Orgya*, Tenthrèdes du feuillage) ont été classés en rubrique «divers».

Les fruits dits sains sont ceux qui ne portent aucun dégât d'insecte (ou bien si infimes qu'il n'en serait pas tenu compte sur le plan commercial).

A noter ici qu'aucune déformation due à des piqûres de pucerons n'a été enregistrée. Les fruits présentant deux ou plusieurs dégâts d'insectes différents ayant été, pour chaque insecte concerné, inclus dans les pourcentages, il s'ensuit que le total de ceux-ci peut dépasser 100.

Tous ces arbres étant de variétés différentes et indéterminées (variétés anciennes), chacun porte un numéro d'identité correspondant à sa position dans le verger (voir plan de la parcelle, figure 1).

Discussion

Les pourcentages de dégâts ne sont pas constants et varient évidemment selon les variétés. Ainsi, on peut supposer que les dégâts de Tordeuses sur l'arbre n° 7, plus importants que sur les autres arbres, sont dûs au groupement des fruits ; d'ailleurs, beaucoup de ces dégâts sont tardifs alors que, sur les autres variétés, il s'agit presque uniquement de morsures des jeunes fruits. Sur l'arbre 8, le faible pourcentage de dégâts de Tordeuses, par contre, peut être dû à la structure de l'épiderme, pruineux et épais.

Notons que les traces de morsure de Rhynchites représentent 5 % des dégâts pour l'arbre 7, alors que totalement absentes pour les arbres 1, 11, 12.

Bien entendu, certains de ces dégâts n'affectent en rien les qualités de conservation de ces fruits et si le pourcentage moyen des fruits sains est de 55,1 %, celui des fruits consommables est plus élevé (compte tenu, bien sûr, uniquement des dégâts d'insectes).

Il eût été intéressant d'introduire dans ce verger quelques arbres d'une variété industrielle (Golden délicious, par exemple) pour y suivre leur comportement dans de telles conditions.

Enfin, pour ce qui concerne la tavelure, on constate, d'après l'analyse succincte exposée dans le tableau XXIV, que le taux de fruits touchés est relativement peu élevé ; il en va de même pour le feuillage qui est sain. Cela peut être dû au fait que les organes permettant la contamination et tombant au sol sont immédiatement détruits par l'action conjuguée des frugivores et des détritiphages.

Nous avons d'ailleurs pu constater que les fruits tombés à terre étaient rapidement éliminés par les rongeurs et les guêpes, principalement. Quant aux feuilles, elles disparaissent aussi très rapidement, détruites par les vers de terre, les Collemboles, certaines larves de Diptères, pour ne citer que les plus actifs.

C'est ainsi que l'on constate, au premier printemps, que tous les débris végétaux, feuilles et fruits ont disparu de la surface du sol.

Il est donc permis de penser, eu égard à l'importance du nombre des fruits exempts de dégâts d'insectes, que de simples traitements contre la tavelure permettraient de réduire davantage encore le nombre de fruits atteints.

Une telle expérience permettrait également de vérifier si les traitements fongicides n'ont pas, ne serait-ce que par une action répulsive, un impact sur la biocœnose entomologique.

Tableau XXIV

Importance des dégâts sur fruits provoqués par les Insectes – Résultats établis en pourcentages

identité de l'arbre	sains	Carpocapse	Tordeuse	Cheimatobie	Noctuelle	Rhynchite	Divers	Tavelure
1	49,1	17,1	3,6	17,6	15,9	–	0,6	0
7	53,9	13,8	8,5	10,2	10,7	5	0,5	0
8	54,3	14,9	1,3	3,1	17,6	1,3	4,5	0
9	47	4,4	6,4	8,4	16,3	0,9	9,9	+
11	62,3	6,8	3	11,6	14,1	–	2,4	+++
12	65,3	7,6	5,6	8,8	12,9	–	1,6	0
17	58,6	1,7	3,4	25,8	6,8	1,7	3,4	++
19	59,3	7,8	2,4	6,6	18,7	3	3	++
% moyen	55,1	9,2	4,2	11,5	14,1	1,4	3,2	

A titre indicatif, les traces de tavelure ont été notées comme suit :

0 : pratiquement rien
\+ : très peu
++ : taches plus ou moins abondantes sur presque tous les fruits
+++ : fruits craquelés

IV
DISCUSSION GÉNÉRALE ET CONCLUSION

SUR LA FRÉQUENTATION DU VERGER «NATUREL» PAR UNE ENTOMOFAUNE RICHE

Application des notions de population actuelle et population opérationnelle

L'appréciation de la densité et de la qualité du peuplement a toujours suscité un grand intérêt chez le biologiste et l'entomofaune des plantations fruitières a évidemment été à l'origine de nombreux travaux.

Les études synécologiques impliquent l'utilisation d'un certain nombre de méthodes de recensement plus particulièrement adaptées à chacun des groupes en présence.

L'étude de la faune ailée peut être résolue par l'utilisation des pièges à eau qui s'applique particulièrement bien à la structure spatiale d'une frondaison. Ceci nous conduit à la notion de «population opérationnelle» définie par ROTH (1970) par opposition à la «population actuelle».

La richesse faunique d'un verger «naturel» sous son aspect de population actuelle peut donc se traduire par la présence en un instant «t» d'une certaine quantité d'insectes dans une portion définie du végétal. Or, la signification de la simple présence chez les insectes, ailés en particulier, est assez restrictive, les déplacements en effet sont parfois importants et l'efficacité des insectes est conditionnée par ces déplacements.

En fait, la frondaison du pommier est un véritable «microbiotope» bien caractérisé où opèrent, pendant toute ou partie de leur vie, un grand nombre d'insectes.

L'arbre est le siège d'échanges fauniques importants avec les autres composants du biotope et ce sont ces mouvements à la fois temporels et spatiaux qu'il convient de bien connaître.

Nous avons pu montrer que la répartition spatiale des Insectes dans la frondaison était relativement «organisée» en fonction d'exigences microclimatiques et vraisemblablement trophiques propres à chaque espèce ou genre. Il en va de même dans les différents «microbiotopes» au niveau de l'épigaïon où l'on retrouve des variations de répartition jusqu'au niveau spécifique.

On conçoit ainsi l'importance de connaître la position préférentielle des insectes concernés dans le cas d'un échantillonnage rationnel.

RÔLE DES FACTEURS BIOTIQUES DE RÉGULATION A L'INTÉRIEUR DE L'ENTOMOFAUNE

L'étude simultanée des Insectes de différents niveaux trophiques nous montre à quel point peut être varié et abondant le peuplement entomologique d'une plantation où la nature a repris ses droits.

La variété de la flore spontanée ou subspontanée, l'absence de traitements, la présence de haies, l'absence de labours, un environnement particulièrement favorable assurent un retour aux conditions naturelles et la concurrence interspécifique est manifestement très vive. Nous n'avons fait qu'entrevoir ces interférences entre les espèces ; mais nous savons que la plupart des ravageurs du pommier sont représentés avec leurs prédateurs et parasites habituels mais aussi étroitement intégrés à une entomofaune très variée et très abondante. En effet «les espèces animales qui appartiennent a une même biocœnose dépendent les unes des autres, mais d'une façon souvent indirecte et surtout par les modifications qu'elles imposent au milieu» (GRASSE, 1950).

Il s'ensuit que les facteurs biotiques de régulation à l'intérieur d'une entomofaune spécifique équilibrée seront toujours extrêmement complexes. Aussi, la compréhension du phénomène d'équilibre dans une biocœnose spécifique ou non nécessite la connaissance de la totalité des éléments biotiques de ce milieu.

Nous ne saurions donc écarter de semblables études les Insectes dits indifférents ou ceux de niveaux trophiques mal définis. Dans le cadre de notre travail, nécessairement limité, nous avons pu mettre en relief, relativement aux groupes bien différenciés, l'importance quantitative et (ou) qualitative des Insectes d'intérêt «secondaire». Il est manifeste que leur action, quel que soit leur niveau trophique, ne peut être dissociée du contexte biocœnotique auquel ils appartiennent. Nous en citerons pour exemple le cas des pucerons dont les espèces inféodées au pommier ne subsistent que peu de temps après leur apparition au printemps ; il est très vraisemblable que leurs prédateurs utilisent des hôtes intermédiaires existant au niveau de la strate herbacée ou même de l'environnement plus éloigné pour maintenir leur niveau de population.

Signalons aussi le problème des Diptères prédateurs sur lesquels nos connaissances sont actuellement très limitées. Or, dans le biotope que nous avons étudié, pour ne citer que celui-là, ces insectes sont très abondants et il nous paraît indispensable de définir leur action tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif.

COMPARAISON AVEC L'ENTOMOFAUNE DU VERGER INDUSTRIEL EXPÉRIMENTAL
Considérations générales sur la lutte intégrée

Le verger du Laboratoire de Lutte Biologique de l'INRA est situé à quelque 1000 m à vol d'oiseau du verger «naturel» ; planté en 1964 (MARTOURET, 1967), il était pratiquement indemne de ravageurs la première année, puis la colonisation s'est faite progressivement au cours des six années suivantes. Actuellement, la plupart des ravageurs classiques y sont représentés.

A titre indicatif, nous avons mis en parallèle sur le tableau XXI (emprunté à MARTOURET, 1970 et modifié) le peuplement des deux vergers en prenant comme base le verger expérimental (certains ravageurs secondaires présents dans le verger «naturel» ne sont pas mentionnés dans ce tableau).

On notera l'abondance dans les deux vergers de la Cheimatobie et du Carpocapse, la rareté du Puceron vert non migrant et du Puceron cendré dans le verger «naturel» et, par contre, l'abondance des Psylles ainsi que des Noctuelles dans celui-ci (l'environnement forestier favorisant la présence de ces dernières par suite de leur polyphagie). Un certain nombre d'autres ravageurs d'intérêt secondaire sont eux absents du verger «naturel» ; par contre, d'autres espèces non mentionnées dans le tableau XXI ne se retrouvent que dans le verger «naturel».

Si, par comparaison, nous examinons ce qu'il est advenu dans le «verger écologique» planté sur le plateau de La Minière et dans lequel il avait été décidé de ne faire aucun traitement, cette importance de l'environnement devient évidente. En effet, dans cette parcelle non traitée, les Pucerons se sont développés de telle façon que les arbres ont beaucoup souffert.

Or, cette parcelle a été plantée selon les normes industrielles, à savoir en longues rangées, nombreuses, éloignées de tout biotope refuge, si ce n'est une haie de peupliers ; les auxiliaires n'ont donc pu se développer normalement et correctement.

Cela éclaire d'un jour très particulier l'avenir de la lutte contre les ravageurs.

Il est certes souhaitable que, dans un avenir aussi proche que possible, nous puissions réduire les traitements pesticides. La solution de lutte biologique pure est souvent à échéance lointaine et il n'est pas certain qu'elle pourra trancher tous les problèmes.

Nous pensons qu'il faut donc favoriser la lutte intégrée, mais si jusqu'à présent des résultats fort encourageants ont été acquis il conviendra dans la pratique de ménager d'importantes stations refuges (GRISON et BILIOTTI, 1954) autant que de réduire les traitements par l'utilisation judicieuse des seuils de tolérance (MATHYS et BAGGIOLINI, 1967).

L'expérimentation menée actuellement par MARTOURET (1970) à la station de recherches de lutte biologique de l'INRA à La Minière permet tous les espoirs dans ce domaine, mais si l'on veut que la lutte intégrée se développe comme nous le souhaitons tous, il sera nécessaire de modifier les pratiques culturales pour favoriser davantage l'implantation des zones refuges.

On peut, par exemple, retenir l'idée de la «culture en damier» de M. ROTH (com. pers.). Ce procédé consisterait à juxtaposer dans un même champ des surfaces plantées d'arbres fruitiers et conduites, selon les principes de la lutte intégrée, avec des aires plantées de buissons et arbustes refuges pour la faune auxiliaire, les parcelles étant disposées précisément à la façon des cases d'un jeu de dames.

Ce type de culture permettrait un contact étroit entre les zones refuges et les zones cultivées. En effet «... il est remarqué de plus forts ravages au centre des cultures que dans les zones marginales, plus souvent visitées par les espèces auxiliaires vivant dans les talus, haies, lisières du voisinage» (GRISON, 1953).

Dans notre pays où, somme toute, certaines productions accusent un léger excès eu égard à la consommation interne et aux exportations, il serait probablement intéressant de reconvertir certains champs sous cette forme mixte : parcelle cultivée – zone refuge.

Dans la mesure où précisément on serait contraint de réduire les aires cultivées, la méthode proposée limiterait le manque à gagner par une économie certaine sur les dépenses en pesticides.

POSITION ET RÔLE ÉCOLOGIQUE DU VERGER ÉTUDIÉ

Nous avons montré la situation particulière du verger due à la proximité d'une lisière forestière et à l'absence de pratiques culturales. Ce fait met en cause tout l'intérêt de la qualité de l'environnement des zones cultivées et accorde un rôle prépondérant à la notion de lisière dans un écosystème complexe. Une étude récente a d'ailleurs été faite à ce sujet en Côte d'Ivoire par POLLET (1970) qui a montré que la lisière entre savane et forêt galerie est le siège d'échanges fauniques importants et peut jouer un rôle de réservoir.

De même, entre un environnement resté naturel et les vergers industriels, doit-on envisager le maintien de stations de flore sauvage hébergeant une entomofaune variée rendant l'agro-écosystème plus complexe et par conséquent plus stable. Cette constatation a été appréciée en lutte intégrée au sens large et a suggéré la création artificielle de telles stations en milieu cultural (d'après GRISON, 1970).

Pour conclure, nous pensons que le rôle écologique d'une telle plantation se justifierait pleinement, non pas en tant que verger producteur car les impératifs modernes de rentabilité sont bien loin des constatations que nous avons pu faire à propos de cette production «naturelle».

La position du verger «naturel» lui confère un rôle écologique considérable, en effet sa richesse floristique et faunique doit être considérée comme un potentiel utilisable en agrobiocœnologie et c'est finalement la plantation elle-même qui pourrait jouer un rôle de réservoir de faune : les phytophages sont retenus par une végétation riche et «attrayante», les entomophages trouvent ainsi des possibilités accrues de développement sur une faune qui leur est propre et une flore nectarifère assurant un accroissement du potentiel de reproduction.

Un tel milieu devient ainsi assimilable à la notion de «verger-refuge» rejoignant ainsi le concept de station refuge défini par GRISON et BILIOTTI (1954).

Bibliographie

ABDUL-NOUR, H. - 1971 - Contribution à l'étude des parasites d'Homoptères Auchénorhynques du sud de la France : *Dryinidae* (Hyménoptères) et Strepsiptères. *Thèse de doctorat d'État*, Montpellier, 154 p.

ANDREWARTHA, H.G. - 1963 - *Introduction to the study of animal populations*, 2ème édit., Univ. of Chicago press, 281 p.

Anonyme - 1967 - Les Scolytes des arbres fruitiers, *Scolytus rugulosus, S. mali. Rev. agric. Fr.*, n°64, 31-32.

ANSARI, A.Q., LOOMIS, W.E. - Leaf temperatures. *Amer. J. Bot.*, 46, 713-717.

BACHELIER, G. - 1963 - *La vie animale dans les sols.* ORSTOM, Paris, 279 p.

BACKER, S. de - 1952 - Techniques d'étude des microclimats en écologie terrestre. *Ann. biol.*, 28, 297-307.

BAGGIOLINI, M. - 1969 - La lutte intégrée dans les cultures de pommiers : premières indications pratiques, *Rev. Suisse de Vitic. et Arboric.*, 1 (1), 19-22.

BAGGIOLINI, M., STEINER, H. - 1969 - *Introduction à la lutte intégrée en vergers de pommiers* (trad. française), OILB, 64 p.

BALACHOWSKY, A.S. - *Traité d'entomologie appliquée à l'agriculture*. Masson, Paris - Coléoptères, 1962, T.I, Vol. 1, 564 p. ; 1963, T.I, Vol. 2, 1391 p. - Lépidoptères, 1966, T.II, Vol. 1, 1057 p.

BAUMGARTNER, A. - 1956 - *Untersuchungen über den Warme und Wasseranshalt einer jungen Waldes*, Dtsch. Wetterdienst, Bad Kissingen, 51 p.

BELTON, P., KEMPSTER, R.H. - 1963 - Some factors affecting the catches of Lepidoptera in Light traps, *Canad. Ent.*, 95, 832-837.

BERTRAN, M., JOURDHEUIL, P. - 1968 - Bases écologiques de la lutte contre les Apions séminivores du Trèfle violet (*Trifolium pratense* L.). *Ann. Epiphyties*, 19 (2), 335-365.

BILIOTTI, F., RIOM, J. - 1967 - Faune corticole du pin maritime : *Elatophorus nigricornis* (*Hem. Anthoc.*). *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.), 3 (4), 1103-1108.

BODENHEIMER, F.S. - 1955 - *Précis d'écologie animale.* Payot, Paris, 315 p.

BONNEMAISON, L. - 1953 - *Les parasites animaux des plantes cultivées et des forêts.* Soc. Edit. Ing. agri., Paris, 668 p.

BONNEMAISON, L. - 1965 - Observations écologiques sur *Aphelinus mali* Hald. parasite du Puceron lanigère (*Eriosoma lanigerum* Haus.). *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.), 1 (1), 143-176.

BOURLIÈRE, F., LAMOTTE, M. - 1962 - Les concepts fondamentaux de la synécologie quantitative, *la Terre et la Vie*, 4, 329-350.

BULLOCK, J.A. - 1963 - Extraction of *Thysanoptera* from samples of foliage. *J. econ. Entom.*, 56, 612-614

CACHAN, P. - 1963 - Signification écologique des variations microclimatiques verticales dans la forêt sempervirente de basse Côte d'Ivoire. *Ann. Fac. Sc. Dakar*, 8, 89-155.

CAIRASCHI, E.A. - 1958 - Prévisions de pullulations de certains ravageurs des arbres fruitiers - leur incidence sur l'opportunité des traitements de prodébourrement. *INRA*, déc. 58, 5-10.

CARAYON, J. - 1949 - Observations sur la biologie des Hémiptères *Microphysidae*. *Bull. Mus.* Paris, 2è sér., 21, 710-716.

CARAYON, J. - 1961 - Quelques remarques sur les Hémiptères Hétéroptères : leur importance comme insectes auxiliaires et les possibilités de leur utilisation dans la lutte biologique. *Entomophaga*, 4 (2), 133-141.

CARAYON, J., STEFFAN, J.R. - 1959 - Observations sur le régime alimentaire des *Orius* et particulièrement de *Orius pallidicornis* (Reut.). *Cah. Natur. Bull.*, N.P., n.s., 15, 53-63.

CARPENTER, J.R. - 1936 - Quantitative community studies of land animals. *J. anim. Ecol.*, 5, 231-245.

CARPENTER, J.R. - 1939 - Fluctuations in biotic communities. V : aspection in a mixed-grass prairie in central Oklahoma. *Amer. mid. natur.*, 22, 420-435.

CAUSSANEL, C: - 1970 - Contribution à l'étude du peuplement d'une plage et d'une dune landaise. *Vie et Milieu*, 21 (1-c), 59-104.

CHAN, D.A. - 1962 - A brushing method for collecting mites and small insects from leaves. *Progress in Soil Zoology*, 1, 222-225.

CHARLES, P.J. - 1971 - Contribution à l'étude d'un complexe de Tordeuses des bourgeons de pommiers. *Proceedings XIIIrd international Congress of Entomology*, Moscou, 1968, 2, 139-140.

CHARLES, P.J., CHEVIN, H. - 1971 - Première liste de captures d'Hyménoptères Symphytes en forêt de Fontainebleau. *Null. Natural. Vallée du Loing*, 47 (3-4), 27-28.

CHARLES, P.J., CHEVIN, H. - 1971 - Seconde liste d'Hyménoptères Symphytes récoltées en forêt de Fontainebleau. *Bull. Natural. Vallée du Loing*, 47, 100.

CHAUVIN, R. - 1948 - De la méthode en écologie entomologique. *Rev. scient.*, 86, 627-633.

CHAUVIN, R. - 1960 - La faune du champ cultivé et surtout du champ de luzerne (revue des travaux récents). *Rev. Zool. agric. appl.*, 56 p.

CHAUVIN, R. - 1965 - Progrès récents de l'écologie des insectes, spécialement dans ses rapports avec l'éthologie. *Ann. Biol.*, 4 (11-12), 585-626.

CHAUVIN, R. - 1967 - *Le monde des insectes*. Hachette, Paris, 254 p.

CHAUVIN, R., LECOMTE, J. - 1958 - Étude d'écologie entomologique sur le champ de luzerne. II. Évolution de la faune au cours de l'année et pendant le nycthémère. *Vie et milieu*, 9, 171-178.

CHAUVIN, R., ROTH, M. - 1966 - Les récipients de couleur (pièges de Moericke), technique nouvelle d'échantillonnage entomologique. *Rev. Zool. agr. appl.* (4-6), 78-81.

CHAZEAU, J. - 1970 - Essai d'une méthode nouvelle d'évaluation des populations entomologiques en milieu herbacé. *Rev. Zool. agr. et Path. vég.* (1), 22-30.

CHEVIN, H. - 1966 - Végétation et peuplement entomologique des terrains sablonneux de la Côte ouest du Cotentin. *Mém. Soc. Nat. Sc. Nat. math.*, Cherbourg, 52, 7-138.

COLLYER, E.M. - 1951 - A method for the estimation of insect populations on fruit trees. *Annual. Rep. East Malling Res. Stat.*, 1950, 148-151.

COLLYER, E.M. - 1953 - Biology of some predatory insects and mites associated with the fruit tree red Spider Mite. *Metatetranychus ulmi* Koch in South-eastern England : II. Some important predators of the mite. *J. hort. Sci.*, 28, 85-97.

COUTIN, R., COLOMBIN, A: - 1960 - Les principaux parasites de *Laspeyresia pomonella* L. dans le bassin parisien. *Rev. Path. Végét. et Ent. agr. Fr.*, 39 (1), 35-45.

COUTIN, R., ARNOUX, J. - 1963 - Particularités de l'évolution d'une population de *Laspeyresia pomonella* L. (*Lép. Tortricidae*), *in* Réunion annuelle des zoologistes. *CNRA*, Versailles, multigr.

COUTURIER, G. - 1970 - Contribution à la connaissance des *Dolichopodidae* (*Diptera*) du Bassin Parisien. *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.), 6 (2), 467-473.

COUTURIER, G. - 1972 - Contribution à l'étude du peuplement en Hétéroptères dans un verger «naturel» de la région parisienne. *Bull. Soc. ent. Fr.* (sous presse).

DAJOZ, R. - 1970 - *Précis d'écologie.* Dunod, Paris, 357 p.

DE LEON, D. - 1935 - A study of *Medeterus aldrichii* as predator of the mountain Pine beetle (*Dendroctomus monticolae*). *Entomologia Americana*, 15, 59-90.

DELONG, D.M. - 1932 - Some problems encountered in the estimation of insects populations by the sweeping method. *Ann. ent. Soc. Amer.*, 25, 13-17.

DIGBY, P.S.B. - 1958 - Flight activity in the blowfly *Calliphora erythocephala* in relation to light and radiant heat with special reference to adaptation. *J. exp. Biol.*, 35, 1-19.

DODGE, H.R., SEEAGO, J.M. - 1954 - *Sarcophagidae* and other *Diptera* taken by trap and net on Georgia mountain summits in 1952. *Ecology*, 35, 50-59.

DOWDESWELL, W.H. - 1959 - *Practical animal ecology*, London, 316 p.

DOWDY, W.W. - 1951 - Further ecological studies on stratification of arthropods. *Ecology*, 32, 37-52.

DUVIARD, D. - 1967 - Écologie du domaine de Brouëssy : étude botanique et entomologique. *ORSTOM*, 36 p., 48 fig., multigr.

DUVIARD, D. - 1971 - Écologie des insectes ravageurs du cotonnier en Côte d'Ivoire : III. Étude par les pièges à eau de la faune entomologique d'un champ de coton en Côte d'Ivoire centrale (Foro-Foro): *ORSTOM - IRCT*, 22 p., 15 fig., multigr.

DUVIARD, D. - 1970 - Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte d'Ivoire) : l'entomocœnose de *Vernonia guineensis* BENTH. (composées). *La Terre et la Vie*, (1), 62-79.

DUVIARD, D., POLLET, A. - 1971 - Structure spatiale et temporelle du peuplement d'insectes ailés d'une savane préforestière de Côte d'Ivoire - I. généralités : Diptères, Homoptères, Hyménoptères. *ORSTOM*, 21 p., multigr.

EDWARDS, D.K. - 1960 - Effect of artificially produced atmospheric electrical fields upon the activity of some adult Diptera. *Canad. J. Zool.*, 38, 899-912.

EMSLEY, M.G. - 1957 - A coarse method for estimating Mirid populations in the fields. *Emp. Cotton grow. Rev.*, 34, 191-195.

EVANS, F.C., CLARK, P.J., BRANDT, R.H. - 1955 - Estimation of the number of species present in a given area. *Ecology*, 36, 342-343.

FAES, H., STAEHELIN, M., BOVEY, P. - 1943 - *La défense des plantes cultivées.* Payot, Lausanne, 500 p.

FISHER, R.A., CORBET, R.S., WILLIAMS, C.B. - 1943 - The relation between the number of species and the number of individuals in a randon sample of an animal population. *J. anim. Ecol.*, 12, 45-58.

GASPAR, C. *et al.* - 1968 - Recherches sur l'écosystème forêt. Série C. Contribution n° 5. *Bull. Rech. agron. Gembloux* (N.S.), 3 (1), 83-100.

GEIGER, R. - 1957 - *The climate near the ground.* Harvard University press, Cambridge, 494 p.

GILLON, Y., GILLON, D. - 1965 - Recherche d'une méthode quantitative d'analyse du peuplement d'un milieu herbacé. *La Terre et la Vie* (4), 378-391.

GISIN, H. - 1952 - La biocœnotique. *Colloque international d'écologie*, CNRS, Paris, 1950, 81-88.

GRASSE, P.P. - 1952 - Biocœnotique et phénomène social. *Colloque international d'écologie*, CNRS, Paris, 1950, 153-160.

GILLON, Y: - 1967 - Principes et méthodes d'échantillonnage des populations naturelles terrestres en écologie entomologique. ORSTOM, multigr.

GRISON, P., BILIOTTI, E. - 1953 - La signification agricole des stations refuge pour la faune entomologique. *C.R. Ac. agr. Fr.*, 39, 106-108.

GRISON, P., BILIOTTI, E. - 1954 - Le rôle des stations refuge dans la conservation et la dispersion des insectes phytophages et entomophages. *Congrès protection de la nature*, 137-144.

GRISON, P. - 1957 - La lutte biologique contre les ravageurs des cultures. *Phytoma*, n° 88.

GRISON, P. - 1963 - La lutte biologique contre les ravageurs. *Agriculture*, 257, 171-175.

GRISON, P. - 1966 - Importance d'une approche interdisciplines. *Proceedings of the F.A.O. Symposium on integrated pest control*, 3, 87-101.

HARDY, A.C., MILNE, R.S. - 1938 - Studies in the distribution of insects by aerial currents. *J. anim. Ecol.* 7, 198-229.

HILL, A.R. - 1957 - The biology of *Anthocoris nemorum* in Scotland (*Hem. Anthocoridae*), *Trans. R. ent. Soc. London*, 109, 379-394, 3 fig.

HILLS, O.A. - 1933 - A new method for collecting samples of insects populations. *J. econ.* Ent., 26, 906-910.

JOHNSON, C.G. - 1969 - *Migration and dispersal of insects by flight.* Methuen, London, 763 p.

JOSIFOV, M. - 1961 - Ueber drei in Bulgarien anzutreffende Miridenarten (*Hemiptera, Heteroptera*). *Fragm. bzlc.*, Skopje, 4 (3), 21-27.

JOURDHEUIL, P. - 1971 - État actuel des recherches de lutte intégrée contre les arthropodes ravageurs des cultures protégées en France. *C.R. du Symposium sur la lutte intégrée en cultures sous verre,* OILB, Pays-Bas, 28-30 sept. 1970, 70-74.

KRIZELJ, S., VERSTRAETEN, C. - 1971 - Recherches sur l'écosystème forêt, série C : la chênaie à *Galeobdolon* et à *Oxalis* de Mesnil-église (Ferage), Contr. n° 20, étude de l'entomofaune circulante. *Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg.*, 47 (26), 37 p.

LAIDLAW, W.B.R. - 1951 - A preliminary enquiry into the influence of solar radiation on insect environment. *Trans. Soc. Brit. ent.*, 11 (2), 17-80.

LE BERRE, J.R., ROTH, M. - 1969 - Les méthodes de piégeage des invertébrés. B - Les pièges à eau. «In» Lamotte et Bourlière, «*Problèmes d'écologie : l'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*». Masson, Paris, 55-96.

LECLERCQ, M. - 1955 - Diptères prédateurs et leurs proies. *Ann. Soc. Roy. Ent. Belg.*, sér. B, 91 (11-12) 341.

LE PELLEY, R.H. - 1942 - A new method for sampling *Thrips* populations. *Bull. Ent. Res.*, 33, 147-148.

LEPOINTE, J. - 1956 - Méthodes de capture dans l'écologie des arbres. *Vie et Milieu,* 7, 233-241.

LEPOINTE, J. - 1962 - Résultats de prospections entomologiques sur les troncs d'arbres pendant l'automne. *Bull. Soc. ent. Fr.*, 62 (5), 163-168.

LEPOINTE, J. - L'arbre résineux, refuge faunique, étude d'éthologie écologique (non publié).

LILLY, C.E. - 1958 - Observations on predation by the plant Bug *Liocoris borealis* Kelt (*Hemiptera Miridae*), *Canad. ent.*, 90, 420-421.

LINKE, F. - 1943 - Die Zahl der Sättigungstunden, ein neues bioklimatisches Element. *Biokl. Beibl.*, 10' 70-73.

LORD, F.T. - 1965 - Sampling predators populations on Apple trees in Nova Scotia. *Canad. Ent.*, 97, 287-298.

LORD, F.T., HERBERT, H.J., MAC PHEE, A.W. - 1958 - The natural control of phytophagous mites on apple tree in Nova Scotia. *Proc. 10 th. Int. Congr. Ent.*, Montréal, 1956, 4, 617-622.

LYON, J.P. - 1970 - Perspectives nouvelles de lutte biologique contre les pucerons. Coll. Antibes, INRA, 1968. *Ann. zool.*, H.S., 77-87.

MARTOURET, D. - 1966 - Sous famille des *Hyponomeutinae* «in» Balachowsky : *traité d'entomologie appliquée à l'agriculture,* T II, Masson, Paris, 1057 p.

MARTOURET, D. - 1967 - Premières observations dans le verger de pommiers de La Minière, *Entomophaga,* Mém. H.S., 3, 127-130.

MARTOURET, D. - 1970 - Le verger expérimental de pommiers de La Minière : premières constatations en lutte intégrée. *Bull. Techn. Inf.*, n° 249, 1-19.

MASSEE, A.M. - 1954 - The *Hemiptera-Heteroptera* of Kent. *Trans. Soc. Brit. Ent.*, Bournemouth, 11, 245-280.

MASSEE, A.M. - 1955 - The country distribution of the British *Hemiptera-Heteroptera. Ent. Mon. Mag., 16, 7-27.*

MASSEE, A.M. - 1956 - The *Hemiptera-Heteroptera* associated with fruits and hops. *J. Soc. Brit. Ent.*, 5 (6), 180-186.

MATHYS, G., BAGGIOLINI, M. - 1967 - Étude de la valeur pratique des méthodes de lutte intégrée dans les cultures fruitières intensives. *Agric. Romande,* 6 (3), 25-50.

MEL'NICHENKO, A.N. - 1949 - Les ceintures-abris forestières des steppes de la Trans-Volga et leurs effets sur la multiplication des animaux utiles et nuisibles à l'agriculture (en russe), Moscou.

MILNE, A. - 1957 - Theories of natural control of insect populations, *Cold Spring Harbor Symposium of quantitative Biology,* 22, 253-272.

MORRIS, R.E. - 1955 - The development of sampling techniques for forest insect defoliators, with particular reference to the spruce budworm. *Canad. J. Zool.,* 23, 225-294.

MUIR, R.C., GAMBRILL, R.G. - 1960 - A note on the knockdown method for estimating numbers of insect predators on fruit trees. *Ann. Rep. E. Malling Res. Strat.,* 1959, 109-111.

MUSSO, J.J. - 1971 - Étude préliminaire sur les activités journalières d'une population d'*Andrenosoma bayardi* Seg. *Bull. Soc. ent. Fr.,* 76 (7-8), 175-182.

OZEREN, M. - 1967 - Études sur la systématique et la répartition des *Ichneumonidae* dans le verger expérimental de La Minière, INRA, multigr.

PARENT, O. - 1938 - Diptères *Dolichopodidae. Faune de France.* Lechevalier, Paris, 717 p., 1002 fig.

PATRASCANU - 1966 - Contribution à l'étude des Chalcidoidea parasites d'insectes nuisibles au pommier dans la région Jassl. Inst. Agron. «Ion Ionescu de la Brad.». *Lucr. Stiiut,* 299-306 p.

PERRIER, D. - 1963 - Observations sur quelques cas de fluctuations d'acariens ravageurs du pommier. *Réunion annuelle des Zoologistes,* CNRA, Versailles, multigr.

PESKA, W. - 1931 - Observations sur la biologie de *Anthocoris nemorum* L. *Trans. Dep. plant. Dis. St. Inst. Agric. Bydgezeg.* Bromberg 10, 53-71.

POLLET, A. - 1970 - Étude de la dynamique d'un peuplement d'insectes d'une lisière entre forêt-galerie et savane éburnéennes, *thèse 3ème cycle,* ORSTOM, Paris, 154 p., multigr.

PRENANT, M. - 1952 - Les interactions en biocœnotique. *Colloque international d'écologie,* CNRS, Paris, 1950, 143-151.

RABASSE, A. - 1968 - Étude des *Braconidae* parasites des Tordeuses du pommier, DEA Entomologie, MNHN, multigr.

RIBAUT H. - 1936 - Homoptères Auchénorrhynches (*Typhlocybidae*), *Faune de France.* Lechevalier, Paris, 228 p.

RICOU, G. - 1967 - Étude biocœnotique d'un milieu «naturel» : la prairie permanente paturée. Thèse docteur ingénieur, *Ann. épiphyties,* INRA, 154 p.

RIOUX, J.A. - 1958 - De quelques concepts en biocœnotique. *Bull. Serv. Carte phytogéogr.,* 3, 127-150.

ROTH, M. - 1963 - Comparaison de méthodes de captures en écologie entomologique. *Rev. Path. vég. Ent. agr. Fr.,* 62 (3), 177-197.

ROTH, M. - 1966 - A propos de quelques insectes rares ou peu communs capturés aux pièges colorés. *Bull. Soc. ent. Fr.,* 71 (3), 112-113.

ROTH, M. - 1968 - Principe de la synécologie analytique et méthodes récentes d'échantillonnage en écologie entomologique. *Rev. Zool. agr. appl.*, (1-3), 21-26.

ROTH, M. - 1970 - Contribution à l'étude éthologique d'un peuplement d'insectes d'un milieu herbacé. Thèse de doctorat d'État, Paris, 179 p., 36 fig.

ROTH, M., COUTURIER, G. - 1966 - Les plateaux colorés en écologie entomologique. *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.), 2 (2), 361-370.

ROTH, M., GUTTIEREZ, J., COUTURIER, G. - 1968 - Comparaison de divers types de pièges gluants. *Ann. Soc. ent. Fr.* (N.S.), 4 (1), 81-90.

SANDS, W.A. - 1957 - The immature stages of some british *Anthocoridae* (*Hemiptera*). *Trans. Roy. Soc. London,* 109 (10), 295-310, 5 fig.

SCHVESTER, D. - 1963 - Analyse des facteurs de fluctuation des populations chez *Ruguloscolytus rugulosus.* Réunion annuelle des zoologistes, CNRA, Versailles, multigr.

SEGUY, E. - In *Faune de France.* Lechevalier, Paris
. 1923 - Diptères *Anthomyidae,* 393 p.
. 1928 - Mouches parasites, I, 251 p.
. 1934 - Diptères Brachycères, 832 p.
. 1941 - Mouches parasites, II, 436 p.
. 1950 - La biologie des Diptères, 609 p.

SEITZ, A. - 1913 - *Les macrolépidoptères du globe.* 1ère part., les macrolépidoptères de la région paléarctique. Le Moult, Paris.

SIMMONDS, F.J. - 1944 - Observations on the parasites of *Cydia pomonella* L. in southern France. *Sci. Agr.* 25, 1-30.

SOLOMON, M.E. - 1957 - Dynamics of insects populations. *Ann. Rev. Ent.,* 2, 121-142.

SOUTHWOOD, T.R.E. - 1966 - *Ecological methods,* Methuen & C° Ltd, London, 391 p.

SOUTHWOOD, T.R.E., SIDDORN, J.W. - 1965 - The temperatures beneath insect emergence trap of various types. *J. anim. ecol.,* 34, 581-585.

STAVRAKIS, G. - 1965 - Un exemple du rôle des plantes adventices dans l'expression du potentiel de multiplication d'un insecte *Hydrellia griseola* Fall. Journée sci. zool., INRA, 5-7 avril, Antibes.

STEINER, H. - 1958 - Die Arthropoden des Apfelbaumes, ihre jahreszeitliche Verteilung und Möglichkeiten zur Ermittlung ihres Schalichkeits und Nützlichkeitsgrades. *Verh. dtsch. Ges. angew. Ent.,* 14, Mitgl. vers (Göttingen 1957), 129-134.

STEINER, H. - 1962 - Methoden zur Untersuchungen der Populations Dynamik in Obstanlagen, *Entomophaga,* 7 (3), 207-214.

STEINER, H. - 1965 - Eine einfache Methode die Wirkung eines Pflanzenschutzmittels auf die Fauna von Obstbäumen festzustellen, *Entomophaga,* 10 (3), 231-243.

UTIDA, S. - 1950 - On the equilibrium state of the inter-acting populations of an insect and its parasite, *Ecology,* 31, 165-175.

UVAROV, B.P. - 1964 - Problems of insect ecology in developing countries. *J. appl. ecol.,* 1 (1), 159-168.

VAILLANT, F. - 1952 - Quelques *Dolichopodidae* de la zone palearctique (*Diptera*). *Bull. Inst. Roy. Sc. nat. Belg.,* 26 (65), 1-15.

VOUKASSOVITCH, P. - 1929 - Contribution à l'étude de *Macrocentrus abdominalis* F. et de ses parasites (*Hym. Braconidae*). *Ann. Soc. ent. Fr.,* 48, 163-187.

WAGNER, E., WEBER, H.H. - 1964 - *Hétéroptères Miridae, Faune de France.* Féd. Fr. des Soc. sc. nat., Paris, 589 p., 295 fig.

WALLACE, H.R. - 1953 - The ecology of the fauna of pine stumps. *J. anim. Ecol.,* 22, 154-171.

WILLIAMS, C.B. - 1953 - The relative abundance of different species in a wild animal population. *J. anim. Ecol,* 22, 14-31.

WILSON, L.F. - 1962 - A portable device for mass - collecting or sampling foliage in habiting arthropods. *J. econ. Ent.* E.T., 302, 17 p.

WYLIE, H.G. - 1960 - Insects parasites of the winter moth *Operophtera brumata* L. (*Lep. Geometridae*) in western Europe. *Entomophaga,* 5 (2), 111-129.